

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

Tesis previa a la obtención del título de: INGENIERO MECÁNICO

Tema:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CORTADORA NEUMÁTICA PARA
LA FABRICACIÓN DE RODILLOS DE ESPONJA UTILIZADOS EN
OBRAS CIVILES**

AUTORES:

**FRANCISCO ABEL CALAHORRANO MOLINA
LUIS EDUARDO QUINGA AMAGUA**

DIRECTOR:

HOMERO YANCHAPAXI

Quito, abril de 2015

CERTIFICADO DEL DIRECTOR DE TESIS

Certifico que el presente trabajo, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico ha sido realizado en su totalidad por los señores: Francisco Abel Calahorrano Molina y Luis Eduardo Quinga Amagua.

Los conceptos desarrollados, análisis y recomendaciones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los mismos.

Ing. Homero Yanchapaxi

DIRECTOR DE TESIS

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros Francisco Abel Calahorrano Molina y Luis Eduardo Quinga Amagua, autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaramos que los conceptos, análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Francisco Abel Calahorrano Molina

CC: 171583154-9

Luis Eduardo Quinga Amagua

CC: 172111043-3

DEDICATORIA

A mi padre por haber sido una parte fundamental en mi vida, a mi esposa e hija quienes a lo largo de la carrera me brindaron su apoyo y cariño incondicional.

A mis familiares y amigos quienes me apoyaron en esta etapa de mi vida.

A la empresa IEPESA (Industria Ecuatoriana de Productos Electrónicos Sociedad Anónima), a mi jefe por su apoyo y consejos para poder culminar con este proyecto.

FRANCISCO CALAHORRANO

A mi madre que me apoyó incondicionalmente en alcanzar esta meta propuesta en mi vida, por estar apoyándome día tras día durante todo el tiempo que transcurrió para culminar este sueño anhelado.

A mis familiares que en algún momento me alentaron y respaldaron para culminar esta etapa importante de mi vida.

EDUARDO QUINGA

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana, facultad de Ingeniería Mecánica que compartieron sus conocimientos académicos, y en especial a nuestro director de tesis Ing. Homero Yanchapaxi por su paciencia y dedicación prestada a este proyecto para el desarrollo y la culminación del mismo.

FRANCISCO CALAHORRANO

EDUARDO QUINGA

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Conmutadores: es el dispositivo digital lógico de interconexión de equipos que opera en la capa de enlace de datos.

Embolo: pieza de una bomba o del cilindro de un motor que se mueve hacia arriba o hacia abajo impulsando un fluido o bien recibiendo el impulso de él.

Flector: para una sección transversal de una pieza sometida a flexión, suma algebraica de los momentos de todas las fuerzas que actúan sobre la sección, a un mismo lado de ésta.

Interruptores: es un dispositivo que permite interrumpir el curso de una corriente eléctrica.

Isométrica: se aplica a la perspectiva en que los objetos se representan en un plano a partir de un eje vertical y dos ejes de profundidad (estos forman un ángulo de 60 grados con el eje vertical).

Lubricación: es una sustancia que, colocada entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma asimismo una película que impide su contacto, permitiendo su movimiento incluso a elevadas temperaturas y presiones.

Manganeso: es un metal de transición, brillante, duro y quebradizo, de color gris claro, resistente al fuego y muy oxidable.

Molibdeno: es un metal del grupo de los elementos de transición, de color blanco, duro y maleable y propiedades químicas similares a las del cromo.

Mortajadora: es una máquina cuya herramienta, dotada de movimiento rectilíneo alternativo, arranca viruta, al moverse sobre piezas fijadas sobre la mesa de la máquina.

Oblicua: que está en una posición media entre la vertical y la horizontal.

Ponderación: es el peso o la relevancia que tiene algo. También es la atención, consideración y cuidado con que se dice o hace algo.

Solenoid: es cualquier dispositivo físico capaz de crear un campo magnético sumamente uniforme e intenso en su interior, y muy débil en el exterior.

Torque: momento de fuerza o momento dinámico. Se trata de una magnitud vectorial que se obtiene a partir del punto de aplicación de la fuerza.

Vástago: barra o varilla metálica que sirve para unir o sostener otras piezas o transmitir un movimiento a un mecanismo.

RESUMEN

El diseño y construcción de la máquina neumática cortadora tiene por objeto realizar el corte de una esponja rectangular en forma de cilindros huecos (rodillos) el cual es parte del denominado rodillo de esponja para pintar.

Se planteará distintas alternativas de mecanismos para poder realizar el movimiento de corte y avance, se seleccionará las mejores alternativas en cuanto al costo de fabricación, seguridad que brinda al operador y la facilidad de mantenimiento que requerirá en el momento de su funcionamiento.

Para el dimensionamiento de esta máquina se diseñará y seleccionará elementos mecánicos y neumáticos que cumplan con la función que se pretende, el control de la máquina se lo realizará con un LOGO que brinda facilidad de operación y control al operador.

La máquina será una gran ayuda para la producción de los rodillos ya que al ser un avance de corte controlado se obtendrá un mejor acabado en la superficie del rodillo.

ABSTRACT

The design and construction of the pneumatic cutting machine intended for making cut a rectangular shaped sponge hollow cylinders (drums) which is part of the so called sponge roller for painting.

Various alternative mechanisms to perform movement and feed rate would arise, the best alternative is selected in terms of manufacturing cost, it offers the operator safety and ease of maintenance required at the time of operation.

For the sizing of this machine will be designed and selected mechanical and pneumatic elements that comply with the intended function, control of the machine it made with a LOGO that provides ease of operation and operator control.

The machine will be a boon for producing rollers since being an advance of controlled cutting a better finish is obtained on the surface of the roller.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1.....	2
MARCO TEÓRICO	2
1.1. Rodillos de esponjas para pintar.....	2
1.2. La espuma de poliuretano.....	2
1.2.1. Propiedades.....	3
1.2.2. Densidad.	3
1.2.3. Dureza.....	3
1.2.4. Propiedades mecánicas del poliuretano.	3
1.2.5. Clasificación según su forma de fabricación.	5
1.2.5.1. Esponjas en caliente.	5
1.2.5.2. Esponjas en frío.....	5
1.2.6. Aplicaciones.	5
1.2.7. Clasificación según la clase y dureza.	5
1.2.8. Color.	6
1.3. Máquinas cortadoras de espuma de poliuretano.....	7
1.3.1. Clasificación de los equipos según el sentido de corte.....	7
1.3.1.1. Máquina de corte horizontal.....	7
1.3.1.2. Máquinas de corte vertical.	8
1.4. Máquina simple.	8
1.4.1. Mecanismo excéntrica – biela.	8
1.4.1.1. Excéntrica.....	9
1.4.1.2. Biela.	9
1.4.2. Mecanismo piñón – cremallera.....	11
1.4.2.1. Cremallera.	11
1.4.2.2. Piñón.	12
1.5. Rodamiento.	13
1.5.1. Clasificación de rodamientos.....	14
1.6. Chumacera.....	15
1.6.1. Tipos de chumacera.	15
1.7. Chavetas.	16
1.8. Neumática.....	18

1.8.1. Ventajas.	18
1.8.2. Desventajas.	19
1.8.3. Componentes de un circuito neumático.	19
1.8.4. Cilindro neumático.	20
1.8.5.1. Cilindros de simple efecto.	21
1.8.5.2. Cilindros de doble efecto.	22
1.8.5. Electroválvula.	22
1.8.10.1. Válvulas de vías o distribuidoras.	22
1.8.10.2. Clasificación por número de vías y posiciones.	22
1.9. Sensores.	23
1.9.1. Sensor final de carrera.	24
1.9.2. Sensores inductivos.	24
1.10. LOGO (operador lógico).	25
CAPÍTULO 2	26
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	26
2.1. Evaluación de alternativas.	26
2.2. Sistema movimiento de corte.	26
2.3. Parámetros de evaluación.	27
2.3.1. Costo de fabricación.	27
2.3.2. Seguridad.	28
2.3.3. Mantenimiento.	28
2.4. Valoración numérica.	28
2.5. Factor de ponderación.	29
2.6. Alternativas del sistema de transmisión de movimiento.	29
2.6.1. Alternativa 1: Sistema de transmisión de movimiento piñón – cremallera.	29
2.6.2. Alternativa 2: Sistema de transmisión de movimiento biela – excéntrica.	30
2.6.3. Evaluación de las alternativas sistema de transmisión de movimiento.	32
2.6.4. Selección de la alternativa del sistema de transmisión de movimiento.	32
2.7. Alternativas del sistema de avance de corte.	33
2.7.1. Alternativa 1: Sistema de avance de corte neumático.	33
2.7.2. Alternativa 2: Sistema de avance de corte manual.	34
2.7.3. Evaluación de las alternativas sistema de avance de corte.	35
2.7.4. Selección de la alternativa del sistema de avance de corte.	36
2.8. Conclusión de selección de alternativas.	36

CAPÍTULO 3.....	38
DISEÑO.....	38
3.1. Descripción general.....	38
3.1.1. Mecanismo neumático de corte.....	39
3.1.2. Mecanismo neumático de avance.....	39
3.1.3. Estructura de soporte.....	39
3.1.4. Alimentación y control.....	39
3.2. Elementos para el diseño y selección.....	39
3.2.1. Datos iniciales.....	41
3.3. Velocidad y aceleración angular.....	42
3.3.1. Aceleración angular.....	43
3.3.2. Inercia de las masas.....	44
3.3.3. Torque.....	45
3.3.4. Inercias movimiento.....	45
3.3.5. Fuerza y torque de corte cuchillas.....	47
3.3.6. Torque total y fuerza aplicada en los ejes.....	49
3.4. Acero para los ejes.....	50
3.5. Diseño del eje interior.....	51
3.5.1. Diagrama de esfuerzo cortante, momento flector y torsor eje interior.....	52
3.5.2. Cálculo del esfuerzo en la sección crítica.....	53
3.5.3. Verificación del eje interno por fatiga.....	54
3.5.4. Diámetro eje interno.....	55
3.6. Diseño del eje exterior.....	56
3.6.1. Diagrama de esfuerzo cortante, momento flector y torsor.....	57
3.6.2. Cálculo del esfuerzo en la sección crítica.....	58
3.6.3. Diámetros del eje exterior.....	59
3.6.4. Diámetro de los ejes.....	59
3.7. Chumaceras y rodamiento.....	60
3.8. Chavetas.....	61
3.9. Diseño de bielas.....	63
3.10. Placas.....	64
3.10.1. Diagrama de esfuerzo cortante, momento flector de la placa.....	65
3.11. Diseño de ejes guías.....	67
3.11.1. Diagrama de esfuerzo cortante, momento flector eje guía.....	68

3.12. Cilindros neumáticos.....	69
3.12.1. Cilindro de corte.....	70
3.12.2. Cilindro de avance.....	70
3.12.3. Diámetro de los cilindros.....	71
3.12.4. Cilindros seleccionados.....	71
3.12.5. Consumo de aire.....	72
3.12.6. Velocidad de los cilindros.....	73
3.12.7. Circuitos y programación del LOGO.....	74
3.13. Diseño de la estructura.....	77
3.13.1. Consideraciones iniciales.....	77
3.13.2. Análisis estático de la estructura.....	78
3.13.2.1. Peso del conjunto de corte.....	78
3.13.2.2. Peso de la mesa de trabajo.....	78
3.13.2.3. Sobrecarga.....	78
3.13.2.4. Peso de la estructura.....	78
CAPÍTULO 4.....	80
COSTOS.....	80
4.1. Introducción.....	80
4.1.1. Costos de materiales e insumos.....	80
4.1.2. Costos por mano de obra.....	81
4.1.3. Costos del sistema electro neumático.....	83
4.1.4. Costos indirectos de fabricación.....	84
4.2. Costos totales.....	84
CAPÍTULO 5.....	85
RESULTADOS.....	85
CONCLUSIONES.....	90
RECOMENDACIONES.....	91
LISTA DE REFERENCIAS.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Rodillo de pintura	2
Figura 1-2. Resistencia al cizallamiento en función de la densidad.....	4
Figura 1-3. Resistencia a la compresión en función de la densidad.....	4
Figura 1-4. Máquina de corte horizontal.....	7
Figura 1-5. Máquina de corte vertical de rodillos de esponja	8
Figura 1-6. Excéntrica-biela.....	9
Figura 1-7. Excéntrica.....	9
Figura 1-8. Biela.....	10
Figura 1-9. Desplazamiento excéntrica - biela.....	10
Figura 1-10. Mecanismo piñón – cremallera	11
Figura 1-11. Cremallera	12
Figura 1-12. Piñón.....	12
Figura 1-13. Relación piñón - cremallera.....	12
Figura 1-14. Partes de un rodamiento	13
Figura 1-15. Partes de la chumacera	15
Figura 1-16. Chaveta designación.....	17
Figura 1-17. Componentes de un circuito neumático	20
Figura 1-18. Cilindro simple efecto	21
Figura 1-19. Cilindro doble efecto	22
Figura 1-20. Posiciones	23
Figura 1-21. Vías.....	23
Figura 1-22. Sensor final de carrera	24
Figura 1-23. Sensor inductivo	24
Figura 1-24. LOGO	25
Figura 2-1. Diagrama de torque	26
Figura 2-2. Piñón-cremallera.....	30
Figura 2-3. Biela - excéntrica.....	31
Figura 2-4. Sistema avance de corte neumático	33
Figura 2-5. Sistema de avance de corte manual	35
Figura 3-1. Partes de la máquina.....	38
Figura 3-2. Diagrama de fuerzas eje interior.....	51
Figura 3-3. Diagrama esfuerzo y momentos eje interior.....	52
Figura 3-4. Diagrama de fuerzas eje exterior	56

Figura 3-5. Diagrama de esfuerzo y momentos eje exterior	57
Figura 3-6. Diagrama chaveta	62
Figura 3-7. Diagrama de fuerzas de la placa	64
Figura 3-8. Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector.....	65
Figura 3-9. Diagrama de fuerzas eje guía	67
Figura 3-10. Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector eje guía.....	68
Figura 3-11. Circuito neumático	74
Figura 3-12. Circuito eléctrico	75
Figura 3-13. Programación LOGO.....	76
Figura 3-14. Diseño estructural de la cortadora de esponja vista isométrica.....	77
Figura 3-15. Análisis estático de la estructura de soporte.....	79
Figura 5-1. Acabado superficial rodillo con presión constante 6 bares	85
Figura 5-2. Acabado superficial rodillo de esponja presión constante 4 bares	86
Figura 5-3. Acabado superficial rodillo de esponja presión constante 3 bares	87
Figura 5-4. Acabado superficial rodillo con tiempo constante 25 seg	88
Figura 5-5. Acabado superficial rodillo con tiempo constante 35 seg	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Clases y grados de esponja de poliuretano	6
Tabla 1-2. Color de espuma de poliuretano	6
Tabla 1-3. Clasificación de rodamientos.....	14
Tabla 1-4. Tipos de chavetas.....	16
Tabla 1-5. Componentes de un circuito neumático.....	19
Tabla 2-1. Sistemas a evaluar.....	26
Tabla 2-2. Torques del movimiento de corte	27
Tabla 2-3. Valoración numérica.....	28
Tabla 2-4. Evaluación de alternativas sistema de transmisión de movimiento.....	32
Tabla 2-5. Evaluación de alternativas sistema de avance de corte.....	36
Tabla 2-6. Conclusión de selección de alternativas	37
Tabla 3-1. Sistemas de la máquina cortadora rodillos de esponja	40
Tabla 3-2. Características esponja.....	41
Tabla 3-3. Características de las cuchillas de corte.....	41
Tabla 3-4. Velocidad angular obtenida experimentalmente.....	42
Tabla 3-5. Inercias y torques requeridas para mover el sistema interior.....	46
Tabla 3-6. Inercias y torques requeridas para mover el sistema exterior	46
Tabla 3-7. Torque y fuerza total aplicada a los ejes.....	50
Tabla 3-8. Propiedades acero AISI 4340	50
Tabla 3-9. Datos de diagrama eje interior	52
Tabla 3-10. Datos del cálculo resistencia a la fatiga eje interior.....	54
Tabla 3-11. Datos de diagrama eje exterior	57
Tabla 3-12. Datos del cálculo eje exterior.....	58
Tabla 3-13. Diámetros de los ejes	59
Tabla 3-14. Chumaceras.....	60
Tabla 3-15. Cálculo de vida útil chumacera.....	60
Tabla 3-16. Datos de chavetas.....	61
Tabla 3-17. Fuerza aplicada (F) en la superficie del eje	61
Tabla 3-18. Cálculo falla al cortante de las chavetas	62
Tabla 3-19. Cálculo resistencia al aplastamiento de las chavetas	63
Tabla 3-20. Cálculo diámetro de biela	64
Tabla 3-21. Datos de diagrama biela.....	65

Tabla 3-22. Datos placa.....	65
Tabla 3-23. Datos diagrama eje guía.....	67
Tabla 3-24. Datos del cilindro de corte	70
Tabla 3-25. Datos del cilindro de avance	70
Tabla 3-26. Cilindros seleccionados	71
Tabla 3-27. Diámetro de los vástagos de los cilindros.....	72
Tabla 3-28. Cálculo del caudal de los cilindros	72
Tabla 3-29. Consumo de los cilindros.....	73
Tabla 3-30. Velocidad de los cilindros.....	74
Tabla 3-31. Descripción de elementos circuito neumático	75
Tabla 3-32. Descripción de elementos de la programación LOGO	76
Tabla 3-33. Descripción de perfiles para estructura de soporte	78
Tabla 4-1. Detalle de costos de materiales e insumos.....	80
Tabla 4-2. Detalle de costos por mano de obra	81
Tabla 4-3. Detalle de costos por sistema electro neumático	83
Tabla 4-4. Valor total de costos directos.....	83
Tabla 4-5. Detalle de costos indirectos de fabricación.....	84
Tabla 4-6. Detalle de costos totales.....	84
Tabla 5-1. Corte con una presión constante 6 bares y tiempo variable de corte.....	85
Tabla 5-2. Corte con una presión constante 4 bares y tiempo variable de corte.....	86
Tabla 5-3. Corte con una presión constante 3 bares y tiempo variable de corte.....	87
Tabla 5-4. Corte con un tiempo constante 25 seg y presión variable.....	88
Tabla 5-5. Corte con un tiempo constante 35 seg y presión variable.....	89

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Hojas técnicas de materiales y elementos seleccionados

Anexo 2. Facturas

Anexo 3. Fotografías máquina y pruebas de corte esponja

Anexo 4. Planos

INTRODUCCIÓN

En el siguiente documento se mencionará las propiedades de la esponja de poliuretano, los tipos de máquinas de corte, estas máquinas pueden tener diferentes mecanismos de transmisión de movimiento los cuales se plantearán para un análisis de alternativas y poder seleccionar el más adecuado.

Para dimensionar esta máquina se diseñará y seleccionará elementos mecánicos y neumáticos que cumplan con la función que se pretende, el control eléctrico de la máquina se lo realizará con un LOGO que brinda facilidad de operación al operador.

Se seleccionará la mejor alternativa de los mecanismos para realizar el movimiento de corte y avance, la selección será analizada en parámetros de costo de fabricación, seguridad que brinda al operador y la facilidad de mantenimiento que requerirá en el momento de su funcionamiento, para cortar 40 rodillos por hora.

Se obtendrá un acabado superficial apropiado en el rodillo de esponja (cilindro hueco), el cual es parte del denominado rodillo para pintar y sirve para pintar grandes superficies en menor tiempo, es de fácil uso y limpieza por lo cual se puede reutilizar.

La máquina servirá para la producción de los rodillos con buen acabado superficial debido a su avance de corte controlado.

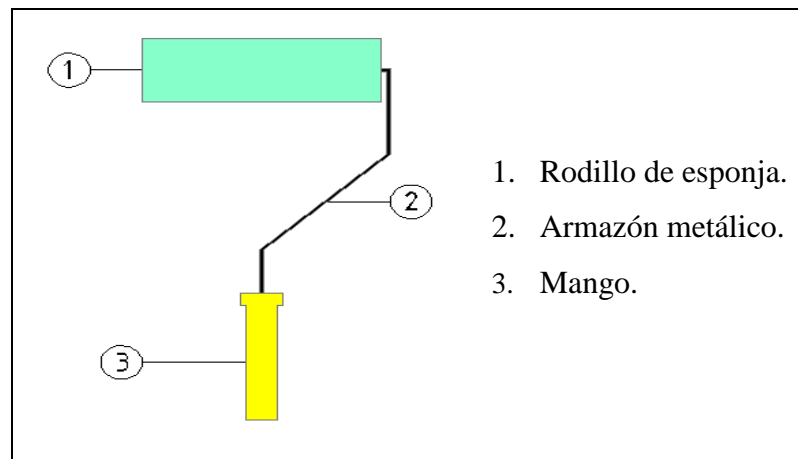
CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1. Rodillos de esponjas para pintar.

Los rodillos de esponja son una herramienta para aplicar pintura en grandes superficies, de forma rápida y eficiente. Una de las ventajas de los rodillos de esponja es que son fáciles de limpiar y, por lo tanto, pueden ser reutilizados muchas veces. El derrame de pintura se reduce al igual que la cantidad de pintura necesaria para hacer el trabajo.(Recticel)

Figura 1-1. Rodillo de pintura



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

1.2. La espuma de poliuretano.

Se obtiene mediante la reacción química entre el polioliol e isocianato en forma líquida.

- Polioliol es la mezcla de polioles con grupos reactivos – OH.
- Isocianato con grupos reactivos – NCO.

También es conocido como esponja, hule esponja, hule espuma y poliuretano espumado. En inglés se conoce como PUFF (Poliurethan Flexible Foam) o solamente "Foam".(Universidad Politécnica de Cataluña, 2002)

1.2.1. Propiedades.

Es una materia sintética duro plástica, fuertemente reticulada espacialmente y no fusible. En las densidades habituales, para aislamiento térmico, la espuma contiene solamente una pequeña parte del volumen de materia sólida (con una densidad de 30 kg/m³, sólo aproximadamente el 3 % del volumen es materia sólida)

1.2.2. Densidad.

Según la aplicación, entre 30 y 100 kg/m³, pudiéndose realizar para casos especiales densidades superiores.

De acuerdo con su densidad se clasifican en 9 clases (tabla 1-1).

La densidad (ρ) se define como la masa de un material por unidad de volumen como se muestra en la siguiente ecuación: (Mott R. L., 2006, P. 43)

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

ρ : Densidad $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

m : Masa $[kg]$

V : Volumen $[m^3]$

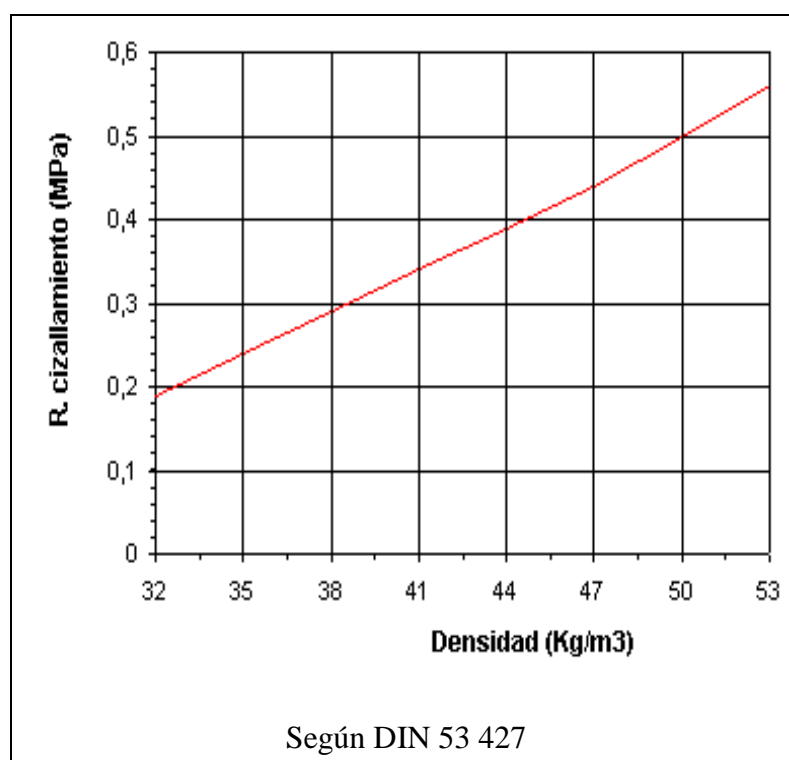
1.2.3. Dureza.

Depende de la densidad que tenga, la unidad de medida es el shore, de acuerdo a la dureza se clasifican en 6 grados (tabla 1-1).

1.2.4. Propiedades mecánicas del poliuretano.

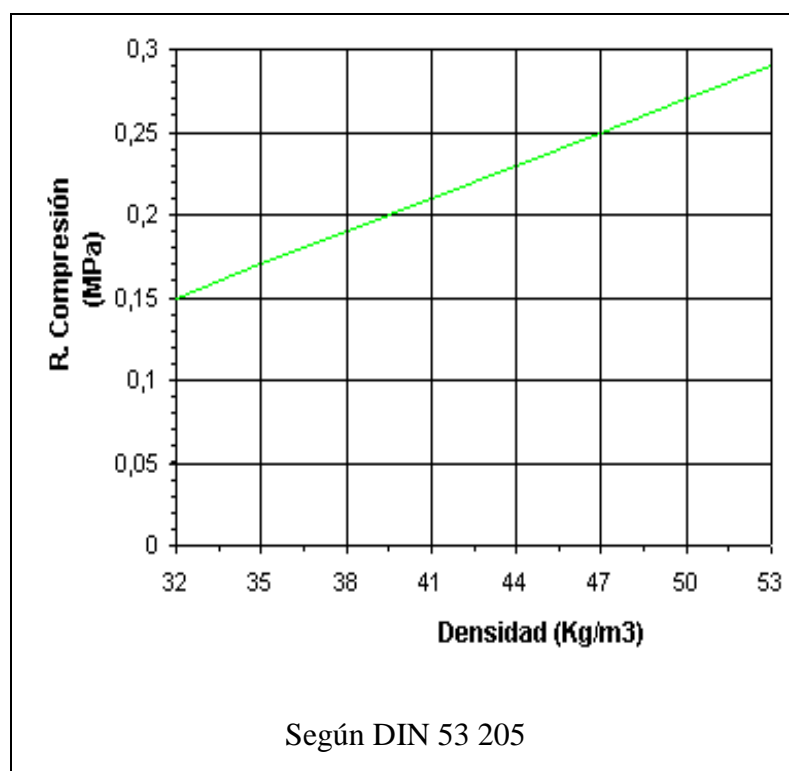
En las figuras 1-2 y 1-3, puede verse la influencia de diferentes propiedades mecánicas de la espuma de poliuretano en función de la densidad.

Figura 1-2. Resistencia al cizallamiento en función de la densidad



Fuente: Universidad Politécnica de Cataluña, 2002

Figura 1-3. Resistencia a la compresión en función de la densidad



Fuente: Universidad Politécnica de Cataluña, 2002

1.2.5. Clasificación según su forma de fabricación.

De acuerdo al sistema de fabricación utilizado, se pueden clasificar en dos tipos:

- Esponja en caliente.
- Esponja en frío.

1.2.5.1. Esponjas en caliente.

Son aquellas que liberan calor durante su mezcla, fabricadas en piezas de gran tamaño que son destinadas a ser cortadas posteriormente.

1.2.5.2. Esponjas en frío.

Son aquellas que liberan menor calor durante su mezcla, se utilizan para crear piezas a partir de moldes como rellenos de otros artículos, aislantes, etc. Normalmente suelen ser de mayor calidad y duración que las esponjas en caliente aunque su costo es mayor.

1.2.6. Aplicaciones.

Según los aditivos y los sistemas de fabricación utilizados, se pueden conseguir esponjas de poliuretano de distintas características, destinadas a usos diferentes.

Desde bloques de esponja para colchones, rodillos hasta esponjas casi rígidas para juguetería y calzado.

1.2.7. Clasificación según la clase y dureza.

Según la densidad se clasifica en 9 clases y según su dureza se clasifican en 6 grados como se muestra en la tabla 1-1.

Tabla 1-1. Clases y grados de esponja de poliuretano

DENSIDAD Kg/m ³			GRADOS DE DUREZA (SHORE)											
			6		9		12		16		20		24	
Clase	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
12	11,0	13,0	3,6	7,2	7,2	10,8	10,8	14,4	-	-	-	-	-	-
15	14,0	16,0	3,6	7,2	7,2	10,8	10,8	14,4	14,4	10,8	-	-	-	-
17	16,1	18,5	3,6	7,2	7,2	10,8	10,8	14,4	14,4	10,8	-	-	-	-
20	18,6	21,0	3,6	7,2	7,2	10,8	10,8	14,4	14,4	10,8	-	-	-	-
23	21,1	24,0	3,6	7,2	7,2	10,8	10,8	14,4	14,4	10,8	10,8	21,6	21,6	25,2
26	24,1	27,0	3,6	7,2	7,2	10,8	10,8	14,4	14,4	10,8	10,8	21,6	21,6	25,2
30	27,1	32,0	3,6	7,2	7,2	10,8	10,8	14,4	14,4	10,8	10,8	21,6	21,6	25,2
36	32,1	40,0	-	-	7,2	10,8	10,8	14,4	14,4	10,8	10,8	21,6	21,6	25,2
44	40,1	48,0	-	-	7,2	10,8	10,8	14,4	14,4	10,8	10,8	21,6	21,6	25,2

Fuente: INEN, 1995, P. 4

1.2.8. Color.

De acuerdo a la densidad serán los establecidos en la tabla 1-2.

Tabla 1-2. Color de espuma de poliuretano

DENSIDAD	
Clase	Color
12	Blanco
15	Celeste
17	Rosado
20	Amarillo
23	Verde
26	Naranja
30	Plomo
36	Violeta
44	Café

Fuente: INEN, 1995, P. 3

1.3. Máquinas cortadoras de espuma de poliuretano.

Existen diversas máquinas de corte de espuma de poliuretano estas dependen de la forma y la aplicación del producto terminado que se requiera obtener.

Son de gran ayuda para la industria manufacturera que trabaja con espuma de poliuretano, ya que permite el corte de bloques de espuma en diferentes formas.

1.3.1. Clasificación de los equipos según el sentido de corte.

Mediante el corte horizontal de bloques de espuma de poliuretano se puede obtener planchas de dimensiones grandes y en forma rápida.

Mediante el corte vertical de bloques de espuma de poliuretano se puede obtener planchas de dimensiones pequeñas y en formas diversas.

1.3.1.1. Máquina de corte horizontal.

Utilizan herramientas de corte horizontal (chuchillas, sierras), la limadora, cepilladora y mortajadora son de trabajo similar, donde el desplazamiento de la herramienta se realiza en forma paralela al plano de la pieza a trabajar, o viceversa, arrancando durante el desplazamiento una viruta de espesor requerido como se puede observar en la figura 1-4.

Figura 1-4. Máquina de corte horizontal



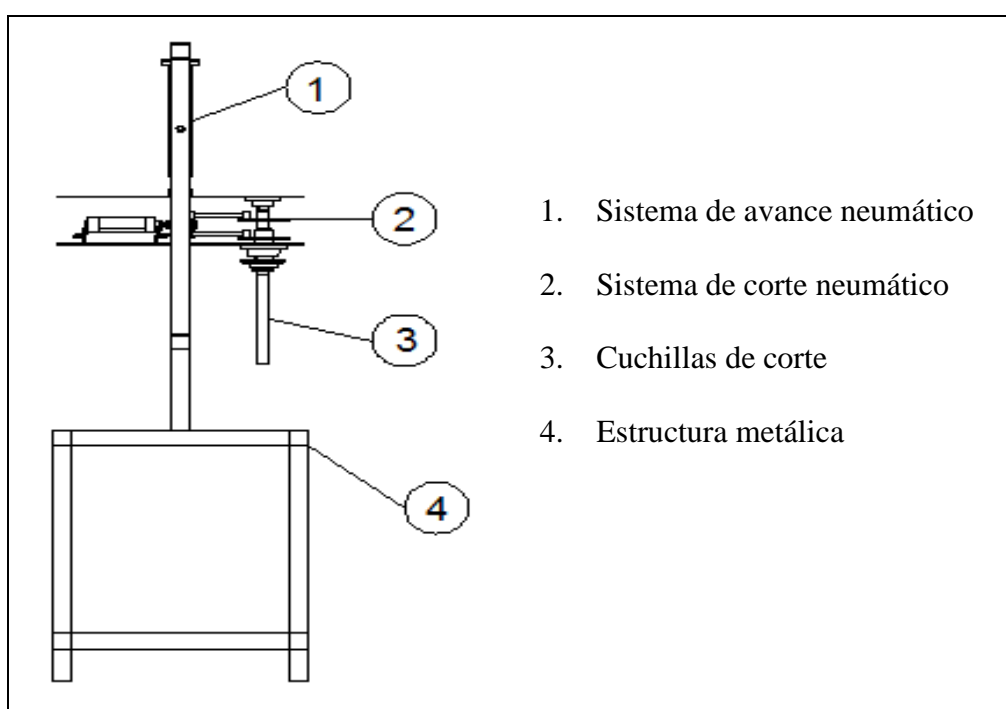
Fuente: BOBO MACHINE, 2004

1.3.1.2. Máquinas de corte vertical.

Utilizan herramientas de corte vertical (cuchillas, sierras), la fresadora, taladro y troquel son de trabajo similar, donde el desplazamiento de la herramienta se realiza en forma perpendicular al plano de la pieza a trabajar.

La cortadora neumática de rodillos de esponja diseñada de manera vertical permite obtener un cilindro hueco, los elementos y sistemas que constituyen la cortadora pueden observarse en la figura 1-5.

Figura 1-5. Máquina de corte vertical de rodillos de esponja



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

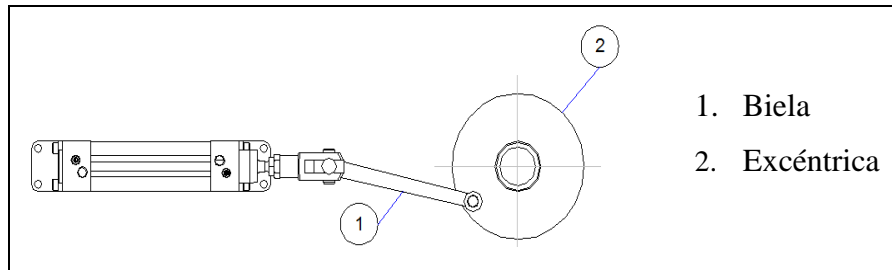
1.4. Máquina simple.

Es un dispositivo que transforma una fuerza aplicada en una fuerza saliente, según el principio de conservación de la energía.

1.4.1. Mecanismo excéntrica – biela.

Hace parte de la lista tradicional de las máquinas simples, se compone de un brazo y una rueda excéntrica, estos permiten convertir el movimiento giratorio continuo de un eje en uno lineal alternativo en el pie del brazo, o viceversa.

Figura 1-6. Excéntrica-biela



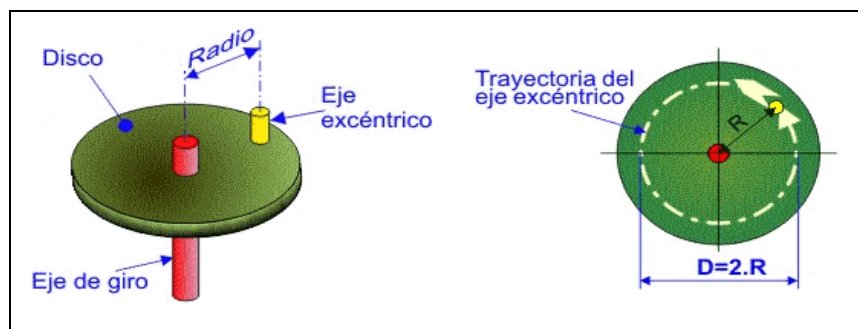
Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

1.4.1.1. Excéntrica.

Desde el punto de vista técnico es un disco (rueda) dotado de dos ejes: Eje de giro y el excéntrico. Por tanto, se distinguen en ella tres partes claramente diferenciadas (figura 1-7):

- El disco, sobre el que se sitúan los dos ejes.
- El eje de giro, que está situado en el punto central del disco (o rueda) y es el que guía su movimiento giratorio.
- El eje excéntrico, que está situado paralelo al anterior pero a una cierta distancia (Radio) del mismo.

Figura 1-7. Excéntrica

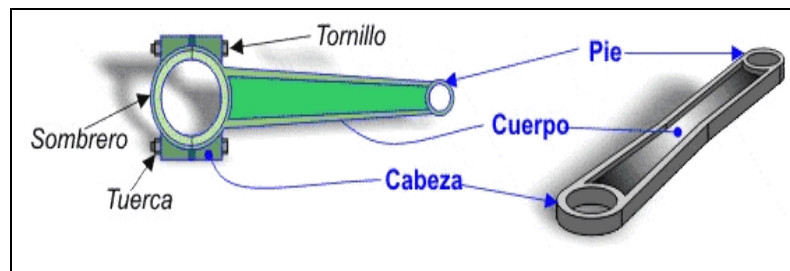


Fuente: MecanESO, 2005

1.4.1.2. Biela.

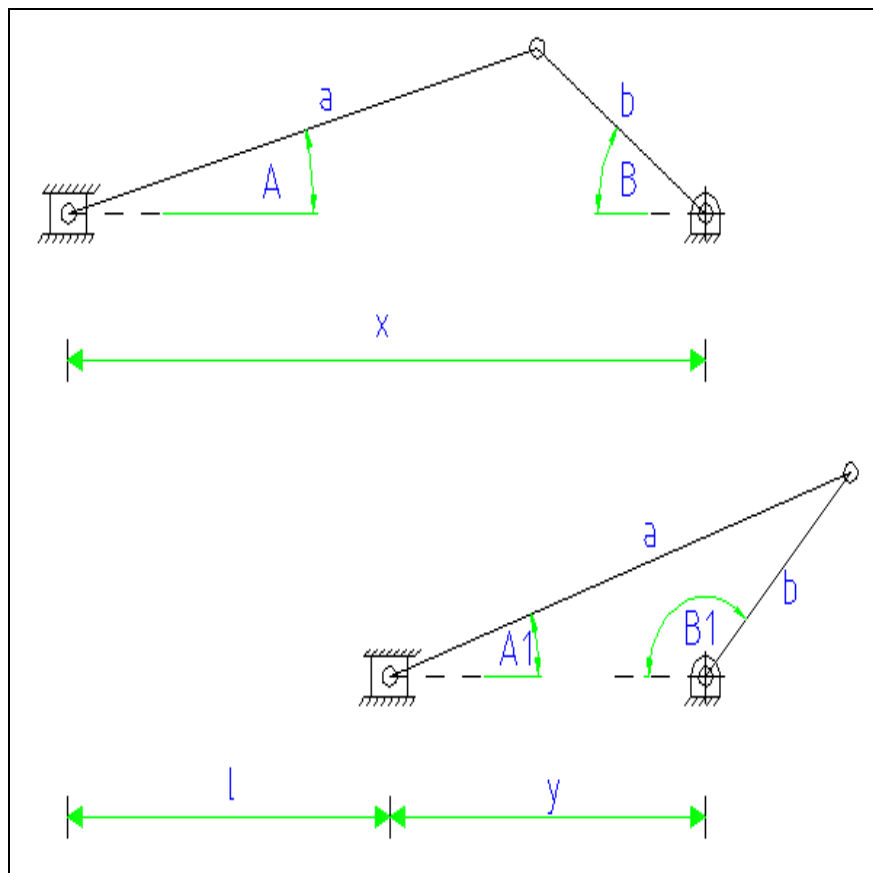
Es un elemento rígido en forma de barra larga y ancha, al que aplicar un movimiento en uno de sus extremos transmite éste, gracias a su consistencia y rigidez (figuras 1-8 y 1-9). Según esta definición podría decirse que todas las palancas están formadas por bielas.

Figura 1-8. Biela



Fuente: MecanESO, 2005

Figura 1-9. Desplazamiento excéntrica - biela



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Para determinar el desplazamiento (l) del mecanismo se utiliza las siguientes ecuaciones: (Universidad Nacional de Colombia, 2005)

$$x = a \cos A + b \cos B \quad (\text{Ec. 2})$$

$$y = a \cos A1 + b \cos(180 - B1) \quad (\text{Ec. 3})$$

$$l = x - y \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde:

x : Distancia inicial entre eje de giro y cilindro [cm]

y : Distancia final entre eje de giro y cilindro [cm]

l : Desplazamiento [c]

A : Ángulo inicial biela - cilindro [cm]

B : Ángulo inicial excéntrica [cm]

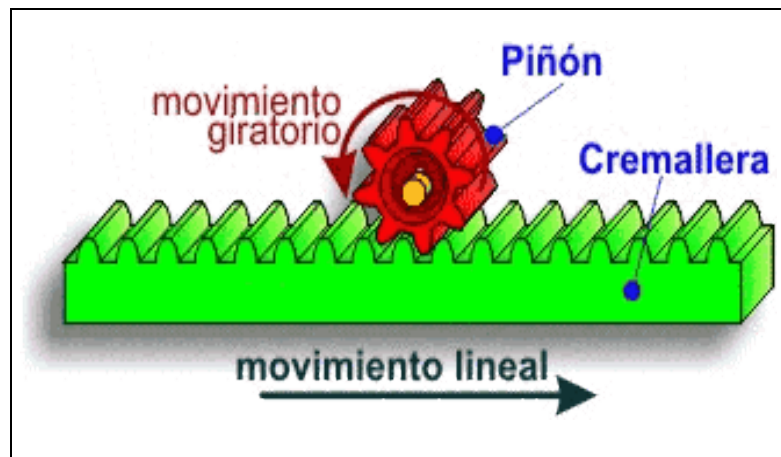
$A1$: Ángulo final biela - cilindro [cm]

$B1$: Ángulo final excéntrica [cm]

1.4.2. Mecanismo piñón – cremallera.

Se compone de un piñón (rueda dentada) y una cremallera, estos al engranar perfectamente permiten convertir un movimiento giratorio en uno lineal continuo, o viceversa como se muestra en la figura 1-10, muy apreciado para conseguir movimientos lineales de precisión. (MecanESO, 2005)

Figura 1-10. Mecanismo piñón – cremallera

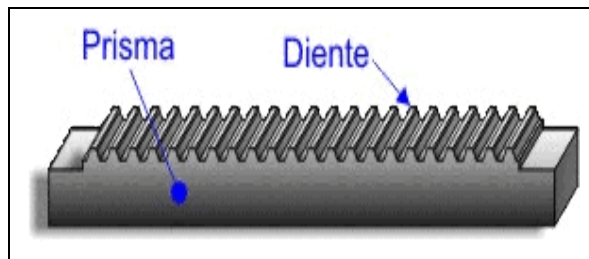


Fuente: MecanESO, 2005

1.4.2.1. Cremallera.

Es un prisma rectangular con una de sus caras laterales tallada con dientes. Estos pueden ser rectos o curvados y estar dispuestos en posición transversal u oblicua.

Figura 1-11. Cremallera



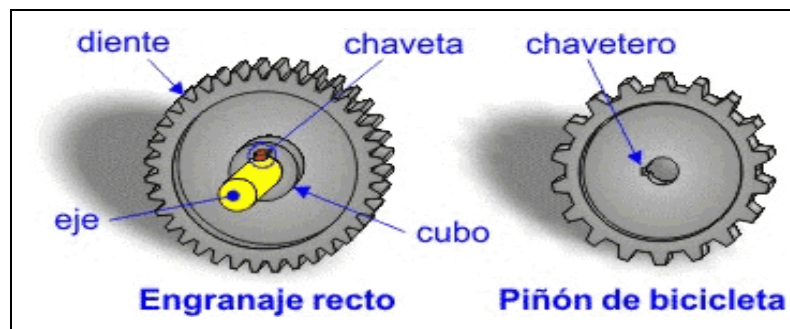
Fuente: MecanESO, 2005

1.4.2.2. Piñón.

Es una rueda con el perímetro totalmente cubierto de dientes. El tipo más común de rueda dentada lleva los dientes rectos (longitudinales) aunque también las hay con los dientes curvos, oblicuos.

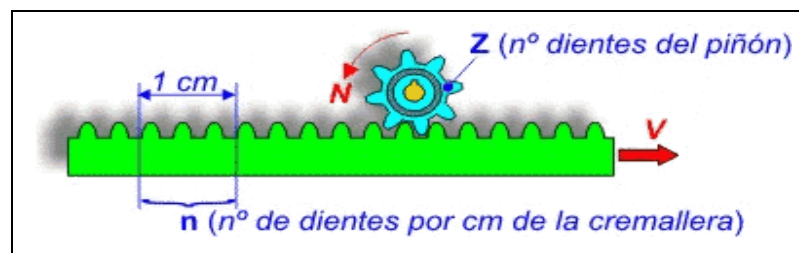
Para conseguir un funcionamiento correcto, este operador suele girar solidario con su eje, por lo que ambos se ligan mediante una unión desmontable que emplea otro operador denominado chaveta.

Figura 1-12. Piñón



Fuente: MecanESO, 2005

Figura 1-13. Relación piñón - cremallera



Fuente: MecanESO, 2005

Por cada vuelta completa del piñón, la cremallera se desplazará una distancia (d):

$$d = \frac{z}{n} \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

d : Desplazamiento[cm]

z : Número de dientes del piñón

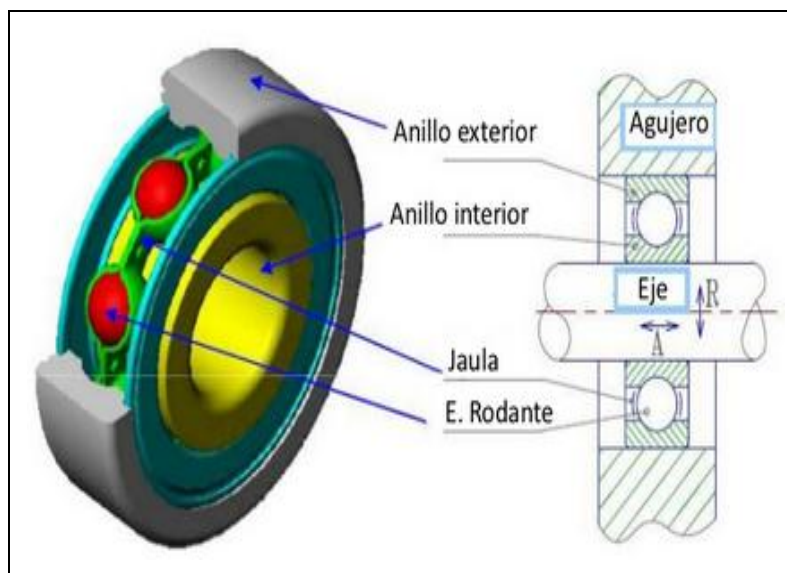
n : Número de dientes por cm de la cremallera

1.5. Rodamiento.

Es un elemento mecánico que reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a éste por medio de rodadura. Es fabricado de acero aleado con cromo, manganeso y molibdeno, para facilitar la ejecución de tratamientos térmicos y obtener gran resistencia al desgaste y a la fatiga.

Constan en forma general de tres piezas: Un anillo exterior, un anillo interior y un elemento rodante con algún tipo de jaula como se muestra en la figura 1-14.

Figura 1-14. Partes de un rodamiento



Fuente: CES Salesianos, 2012

1.5.1. Clasificación de rodamientos.

El tipo y dirección de esfuerzo que debe soportar en su funcionamiento determina la clase de rodamiento. Hay tres formas de clasificar los rodamientos como se muestra en la tabla 1-3.

Tabla 1-3. Clasificación de rodamientos

CLASIFICACIÓN	TIPOS	OBSERVACIONES
Según la dirección de la carga que mejor soportan	Rodamientos radiales	Resisten cargas en dirección perpendicular al eje.
	Rodamientos axiales	Resisten cargas en la misma dirección del eje.
	Rodamientos de contacto angular	En un rodamiento similar al radial con un diseño especial de los anillos exterior e interior para soportar cargas axiales mayores que un rodamiento radial simple.
Según la rigidez del rodamiento	Rodamientos rígidos	Son aquellos que no aceptan desalineamientos del eje.
	Rodamientos rotulados	Diseño especial de los aros, permiten que el eje gire algunos grados sin desarmar el rodamiento.
Según el elemento rodante	Bolas de rodamiento	Para cargas livianas y medianas
	Rodillos y barriletes	Para cargas mayores
	Conos	Para cargas axiales
	Agujas	Aplicaciones en donde el espacio es reducido.

Fuente: Haminson Muñoz, 2005

La vida útil de los rodamientos se determina mediante la siguiente ecuación:

$$L_2 = L_1 \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^k \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

P_1 : Capacidad de carga dinámica básica[N]

P_2 : Carga de diseño[N]

k : Coeficiente del rodamiento

L_1 : Duración L_{10} con la carga P_1 (ciclos)

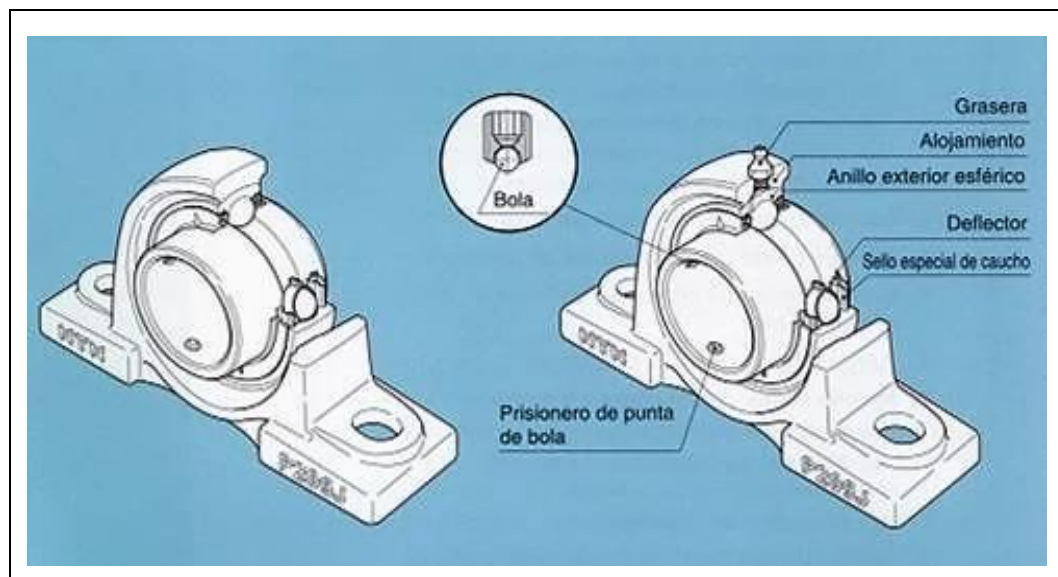
L_2 : Duración de diseño (ciclos), vida útil

(Mott R. L., 2006, P. 611)

1.6. Chumacera.

Es un punto de apoyo de ejes y árboles para sostener su peso, guiarlos en su rotación y evitar deslizamientos. Este tipo de cojinete se coloca generalmente en una línea paralela en el eje del árbol. (AMERICAN ARESMA SUPPLIES, 2013)

Figura 1-15. Partes de la chumacera



Fuente: APIRO RODAMIENTOS

1.6.1. Tipos de chumacera.

Hay dos tipos básicos de chumacera de acuerdo a su uso.

Hidrodinámicas se utilizan a bajas velocidades y, eventualmente, eliminan el contacto de metal a metal ya que la velocidad del dispositivo en el que el rodamiento está montado alcanza su límite.

Hidrostáticas no tienen ningún contacto de metal a metal, son capaces de soportar cargas pesadas y a velocidades diferentes y tienen un bajo coeficiente de fricción.

1.7. Chavetas.

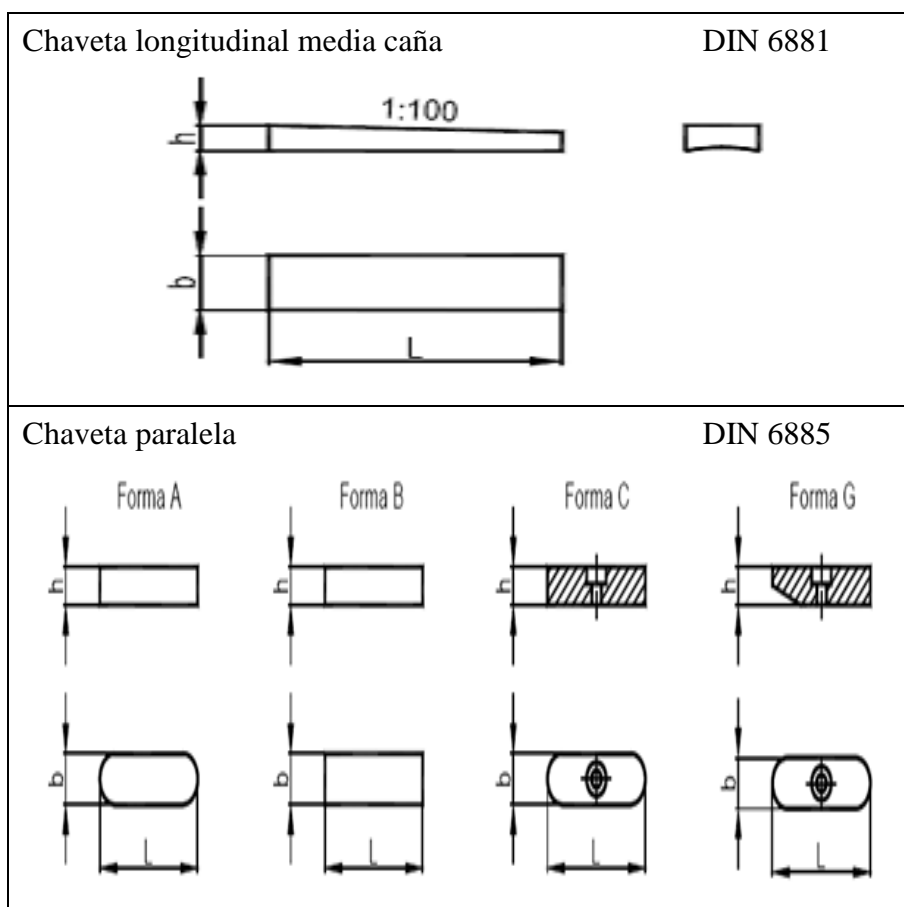
Es una pieza de sección rectangular o cuadrada con tipo de frente recto o circular que se inserta entre dos elementos para fijar ruedas dentadas, volantes o poleas a sus ejes, de modo que se pueda transmitir momento de rotación.

El agujero que se mecaniza en las piezas acopladas para insertar las chavetas se llama chavetero. La chaveta tiene que estar muy bien ajustada y carecer de juego que pudiese desgastarla o romperla.

Tabla 1-4. Tipos de chavetas

TIPO	NORMA
<p>Chaveta longitudinal</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Forma A</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Forma B</p> </div> </div>	DIN 6886
<p>Chaveta longitudinal con cabeza</p>	DIN 6887
<p>Chaveta longitudinal plana</p>	DIN 6883

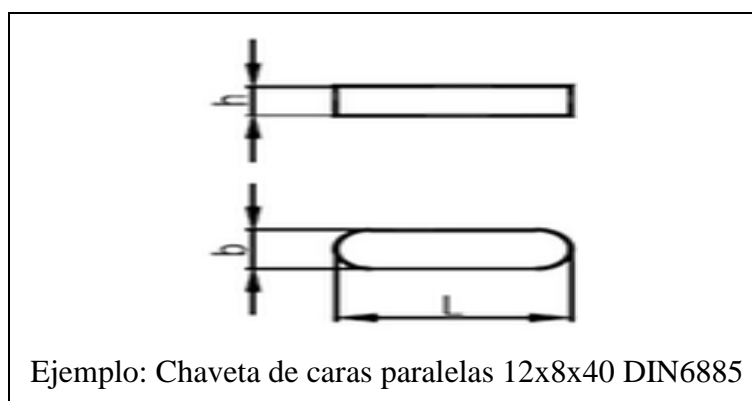
Continuación de la tabla 1-4.



Fuente: Euroinnova

La designación de una chaveta incluye los siguientes datos, indicados por este orden: tipo de chaveta, anchura (b), altura (h), longitud (L) y norma que la define como se muestra en la figura 1-16.

Figura 1-16. Chaveta designación



Fuente: Euroinnova

Se verifica por falla al cortante y la resistencia al aplastamiento con las siguientes ecuaciones:

Falla al cortante:

$$\frac{S_{sy}}{n} = \frac{F}{tl}; (S_{sy} = 0.577S_y) \quad (\text{Ec. 7})$$

Resistencia al aplastamiento:

$$\frac{S_y}{n} = \frac{F}{tl/2} \quad (\text{Ec. 8})$$

Donde:

S_{sy} : Resistencia al cortante [MPa]

F : Fuerza [N]

t : Ancho [m]

l : Longitud [mm]

n : Factor de seguridad

S_y : Resistencia a la fluencia [MPa]

(Budynas & Keithy Nisbett, 2008, P. 382-383)

1.8. Neumática.

Emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.

El aire comprimido es una forma de almacenar energía mecánica, que puede ser utilizada posteriormente para producir trabajo. Si se ejerce fuerza sobre el aire contenido en un recipiente cerrado, dicho aire se comprime presionando las paredes del recipiente. (Junta de Andalucía)

1.8.1. Ventajas.

- Utiliza aire como fuente de energía el cual es inagotable, es muy segura: no genera chispas, incendios o riesgos eléctricos.
- Es limpia, muy adecuada para la industria manufacturera, textil y química.
- Permite obtener movimientos muy rápidos, precisos y complejos.

1.8.2. Desventajas.

- En funcionamiento es ruidoso, ya que el aire comprimido se expulsa al exterior una vez ha sido utilizado.
- Es una tecnología más costosa que la tecnología eléctrica.

1.8.3. Componentes de un circuito neumático.

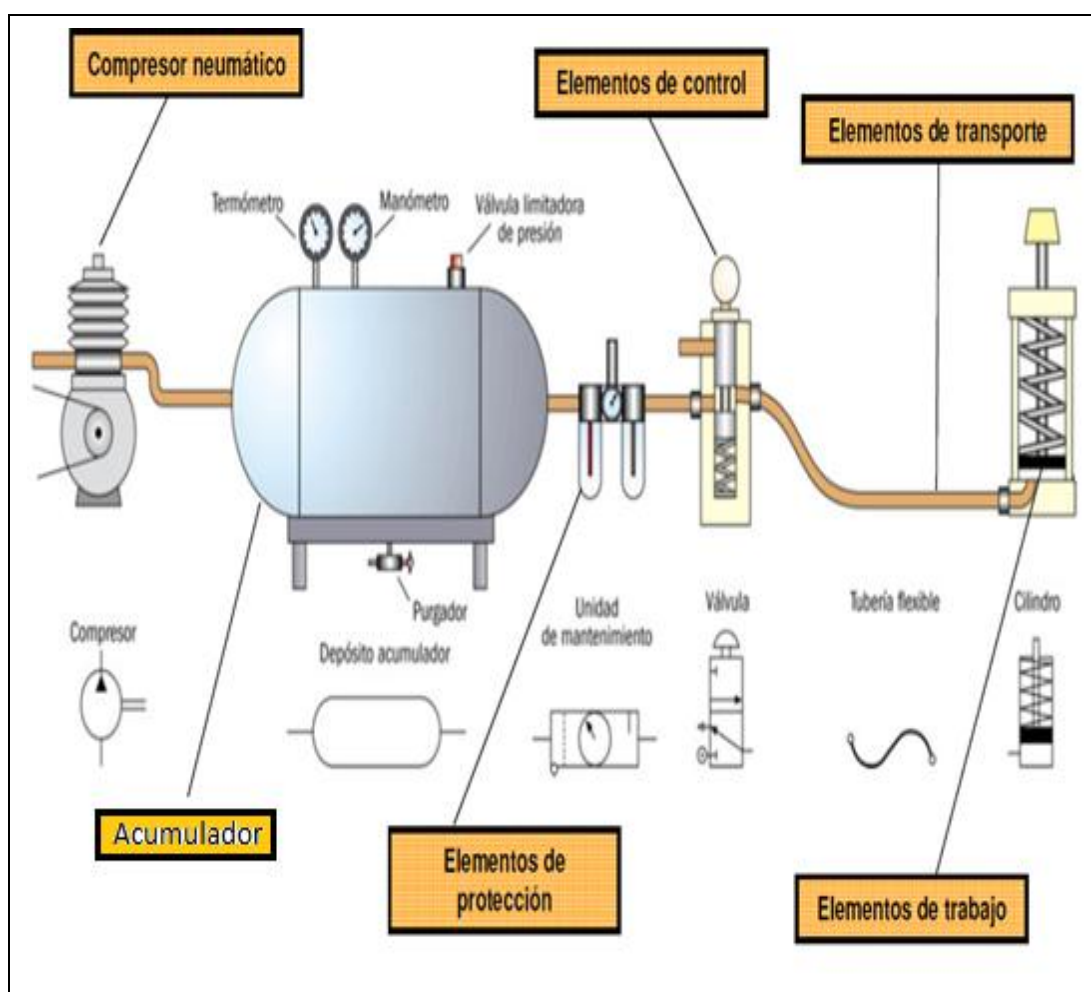
Son una serie de elementos básicos como se detalla en la tabla 1-5 y se muestran en la figura 1-17 con su simbología.

Tabla 1-5. Componentes de un circuito neumático

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Compresor	Dispositivo que comprime el aire de la atmósfera hasta que alcanza la presión de funcionamiento de la instalación.
Acumulador	Tanque o depósito donde se almacena el aire para su posterior utilización.
Dispositivos de mantenimiento	Se encargan de acondicionar al aire comprimido, protegiendo el circuito para que la instalación neumática pueda funcionar sin averías y alargar la vida de los equipos.
Tuberías y conductos	Por donde se canaliza el aire para que llegue a los distintos elementos del circuito.
Elementos de mando y control	Son válvulas que se encargan de controlar el funcionamiento del circuito neumático, permitiendo el paso del aire comprimido según las condiciones de funcionamiento del circuito.
Actuadores como cilindros y motores neumáticos	Son los encargados de utilizar el aire comprimido, transformando la presión del aire en trabajo útil.

Fuente: Junta de Andalucía

Figura 1-17. Componentes de un circuito neumático



Fuente: Área Tecnología, 2014

1.8.4. Cilindro neumático.

Transforman la energía potencial del aire comprimido (presión) en energía mecánica lineal (movimientos de avance y retroceso). (Creus Solé, 2011, P. 21-29)

Hay dos tipos fundamentales:

- Cilindros de simple efecto.
- Cilindros de doble efecto.

Para obtener el diámetro de los cilindros se emplea la siguiente ecuación:

$$D = \sqrt{\frac{40 \cdot F_T}{P_{aire} \cdot \pi}} \quad (\text{Ec. 9})$$

Donde:

F_T : Fuerza requerida por el cilindro de corte o avance[N]

P_{aire} : Presión de trabajo[Bar]

D : Diámetro del cilindro [m]

Para calcular el caudal en el caso de cilindros de doble efecto se emplea la siguiente ecuación:

$$Q = 2 \cdot r \cdot A_c \cdot l \cdot n \quad (\text{Ec. 10})$$

Para calcular la velocidad del cilindro se emplea la siguiente ecuación:

$$Velocidad = \frac{0.987 + P_{aire}}{0.987} \cdot \frac{l \cdot n}{100} \quad (\text{Ec. 11})$$

Donde:

Q : Caudal $\left[\frac{lt}{min}\right]$

r : Relación de compresión

A_c : Área del cilindro[mm²]

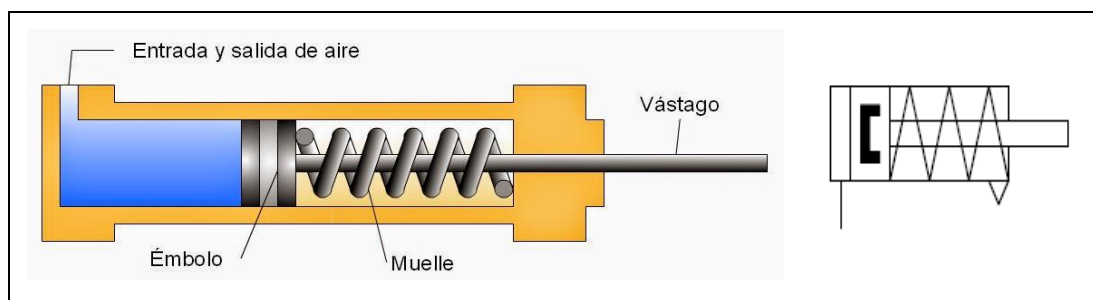
l : Carrera[mm]

n : Ciclos por minuto

1.8.5.1. Cilindros de simple efecto.

Realizan un trabajo en un único sentido (avance) cuando se desplaza su elemento móvil (vástago). El retroceso se produce por la elasticidad del muelle al evacuar el aire de la parte posterior, lo que devuelve al vástago a su posición de partida como se muestra en la figura 1-18.

Figura 1-18. Cilindro simple efecto



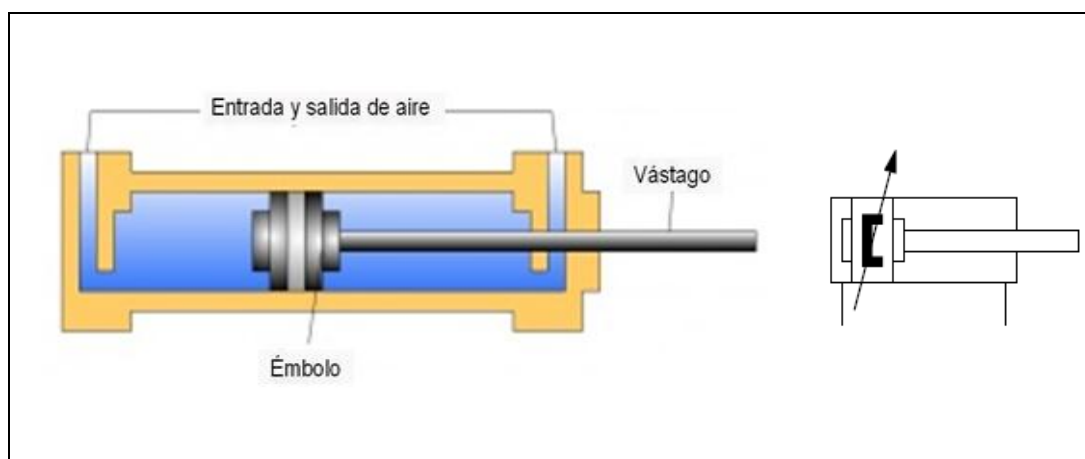
Fuente: Antonio Bueno

1.8.5.2. Cilindros de doble efecto.

Son capaces de producir trabajo útil en dos sentidos (avance y retroceso).

Se construyen siempre en formas de cilindros de embolo y poseen dos tomas para aire comprimido, cada una de ellas situada en una de las tapas del cilindro.

Figura 1-19. Cilindro doble efecto



Fuente: Antonio Bueno

1.8.5. Electroválvula.

Es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería. La válvula se mueve mediante una bobina solenoide. Generalmente no tiene más que dos posiciones: abierto y cerrado.

1.8.10.1. Válvulas de vías o distribuidoras.

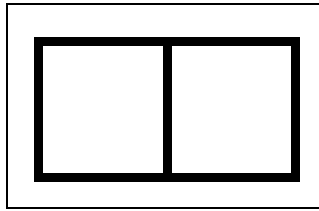
Se nombran por:

- Número de vías (orificios de entrada y salida).
- Número de posiciones (movimientos que puede realizar).

1.8.10.2. Clasificación por número de vías y posiciones.

La válvula se representa por una serie de cuadrados, cada cuadrado de la válvula representa una posición que la válvula puede adoptar. Lo más común es encontrarse con válvulas de dos posiciones.

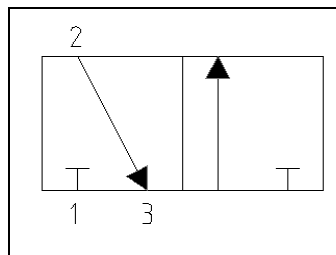
Figura 1-20. Posiciones



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Las vías se dibujan en el interior de cada posición o cuadrado. Las vías que se encuentren cerradas, se representan con un símbolo en forma de T, y las vías conectadas entre sí estarán unidas por una línea con una o dos flechas. Las flechas indican el sentido de circulación del aire, de aquí se deduce que dos flechas informan de doble sentido de circulación del aire.

Figura 1-21. Vías



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

1.9. Sensores.

Son dispositivos capaces de detectar magnitudes físicas o químicas, como distancia, luz, olor o temperatura llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Existen varios tipos de sensores según la magnitud a detectar.

Los detectores de final de carrera y los detectores de posición tienen la función de captar informaciones y de transmitir esas señales a la unidad de procesamiento.

1.9.1. Sensor final de carrera.

Son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido o de un elemento móvil.

Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados. Los finales de carrera están fabricados en diferentes materiales tales como metal, plástico o fibra de vidrio.

Figura 1-22. Sensor final de carrera

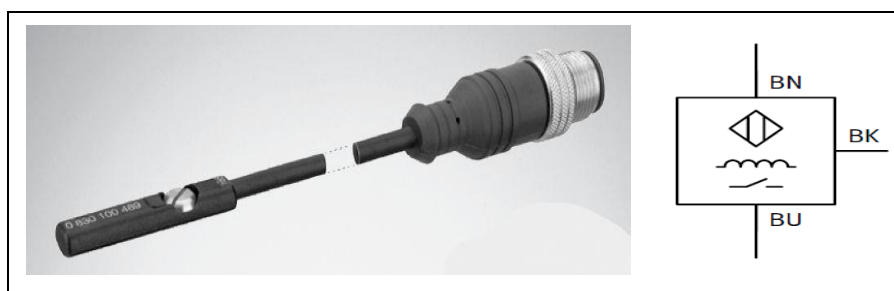


Fuente: Solo stocks, 2000

1.9.2. Sensores inductivos.

Sirve para detectar materiales metálicos ferrosos. Son de gran utilidad en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia o ausencia de objetos metálicos en un determinado contexto: detección de paso, de atasco, de codificación y de conteo.

Figura 1-23. Sensor inductivo



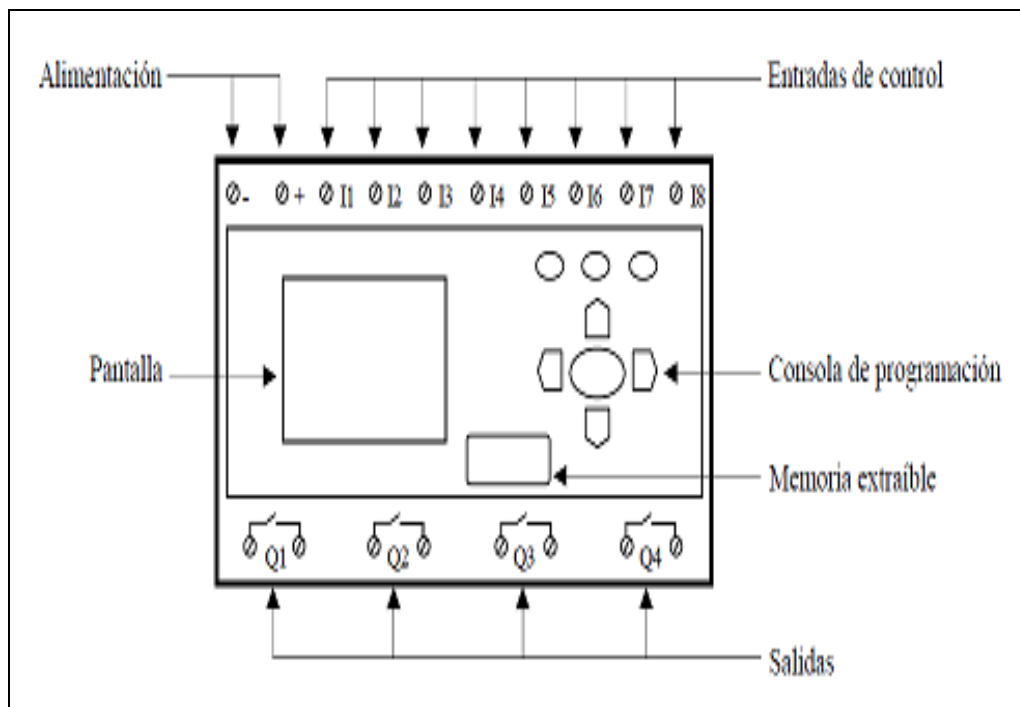
Fuente: Direct Industry

1.10. LOGO (operador lógico).

El LOGO es programable e ideal para tareas sencillas de automatización industrial y de edificios. Destaca por su extraordinaria facilidad de manejo, tiene alta capacidad de almacenamiento y uso eficiente de la memoria.

Las partes de un LOGO se muestran en la figura 1-24.

Figura 1-24. LOGO



Fuente: Motores y automatizacion, 2012

CAPÍTULO 2

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1. Evaluación de alternativas.

Se evaluarán los sistemas mostrados en la tabla 2-1:

Tabla 2-1. Sistemas a evaluar

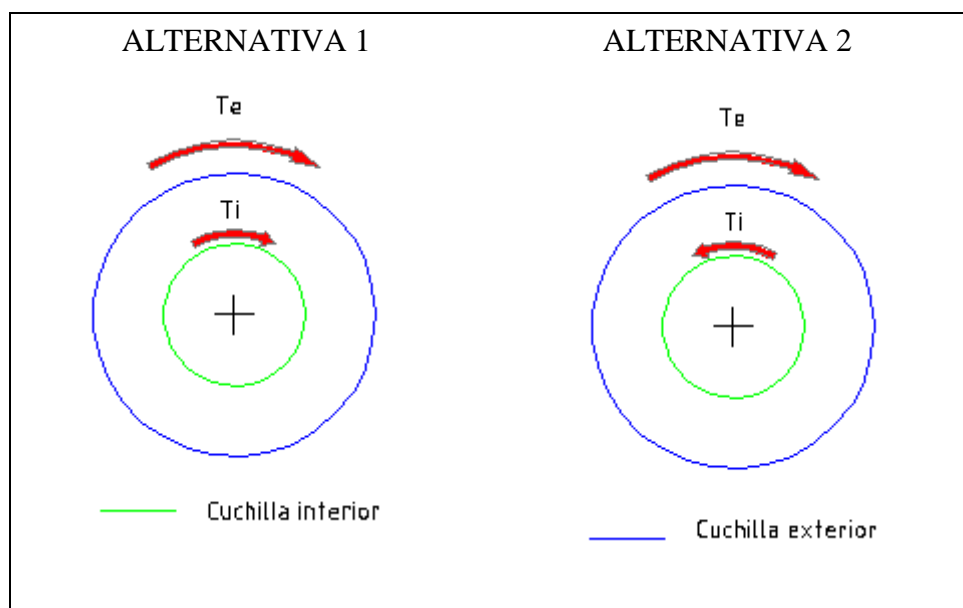
SISTEMA	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Movimiento de corte	Giro cuchillas en un mismo sentido	Giro cuchillas en sentidos opuestos
Transmisión de movimiento	Piñón - Cremallera	Excéntrica - Biela
Avance de corte	Neumático	Manual

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

2.2. Sistema movimiento de corte.

Se realizará el estudio de la alternativa para que este sistema tenga el menor torque generado en la esponja.

Figura 2-1. Diagrama de torque



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Tabla 2-2. Torques del movimiento de corte

PARÁMETROS	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
	Giro cuchillas en un mismo sentido	Giro cuchillas en sentidos opuestos
Torque cuchilla exterior	M_e	M_e
Torque cuchilla interior	M_i	M_i
Sumatoria de torques	$\sum T_1 = T_e + T_i$	$\sum T_2 = T_e - T_i$

Fuente: Shigley & Mischke, 1990, P. 39

Al comparar los resultados de la sumatoria de torques en la tabla 2-2, la alternativa 2 es menor, dando un equilibrio mayor sobre la esponja.

Se ha definido para el diseño y construcción del equipo que el sistema de movimiento de corte que proporciona el giro a las cuchillas de corte (exterior e interior) debe tener sentidos opuestos para tener un menor torque en la esponja a cortar.

2.3. Parámetros de evaluación.

Para los siguientes sistemas se evaluará los siguientes parámetros.

- Costo de fabricación.
- Seguridad.
- Mantenimiento.

2.3.1. Costo de fabricación.

Corresponde a los recursos humanos y financieros que se invertirá en la alternativa seleccionada durante el diseño y la construcción. El parámetro incluye la facilidad de fabricación, la tecnología y los materiales a ser utilizados, ya que de estos depende que el proyecto sea de un costo bajo para su ejecución.

2.3.2. Seguridad.

Corresponde a minimizar el riesgo de ruido y consecuencia de daño para el operador cuando la alternativa seleccionada se encuentre en funcionamiento.

2.3.3. Mantenimiento.

Corresponde a la lubricación y revisión que se estima demandará la alternativa seleccionada durante la operación, para mantener la capacidad operativa del equipo y un mayor tiempo de vida útil.

2.4. Valoración numérica.

Se asignará un valor numérico al nivel de cada parámetro como se muestra en la tabla 2-3, para evaluar la mejor alternativa.

Tabla 2-3. Valoración numérica

PARÁMETROS	NIVEL	VALOR NUMÉRICO
Costo de fabricación	Bajo	3
	Medio	2
	Alto	1
Seguridad	Alta	3
	Media	2
	Baja	1
Mantenimiento	Fácil	3
	Medio	2
	Difícil	1

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

2.5. Factor de ponderación.

Se asignará valores a los parámetros de acuerdo al nivel de importancia que tiene cada uno en el funcionamiento de la máquina. Los cuales son los siguientes:

- Costo: 5.
- Seguridad: 3.
- Mantenimiento: 2.

La alternativa que se diseñará y construirá será la que tenga mayor puntaje.

2.6. Alternativas del sistema de transmisión de movimiento.

2.6.1. Alternativa 1: Sistema de transmisión de movimiento piñón–cremallera.

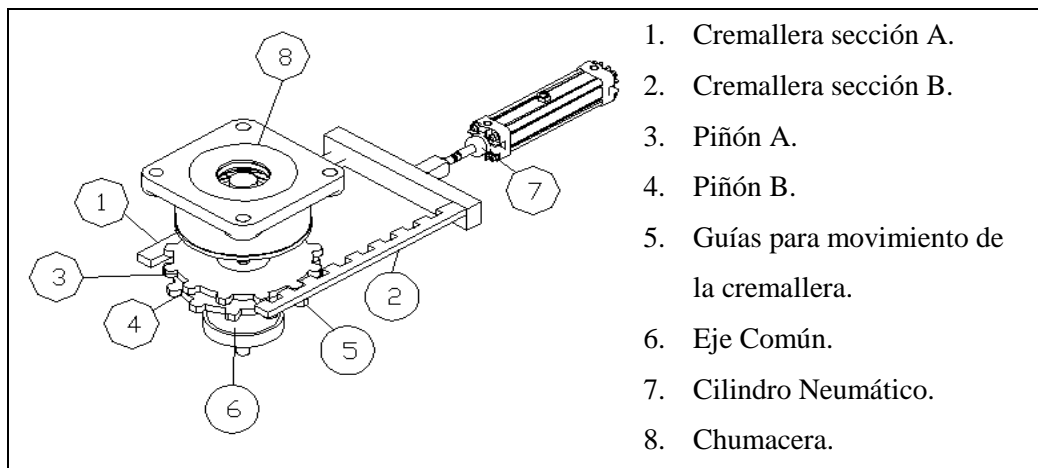
Este sistema permite convertir un movimiento lineal continuo en uno giratorio, o viceversa.

El sistema está formado por:

- 1 Cilindro neumático.
- 2 Piñones: Piñón A y B; $A > B$.
- 1 Cremallera de dos secciones: Sección A y B.
- Guías para movimiento de la cremallera.

El cilindro neumático acciona el vástago conectado con la cremallera de 2 secciones, la cual se mueve por la guías de movimiento, la sección A da movimiento al piñón A y la sección B que se encuentra al lado opuesto de la sección A da movimiento al piñón B, por lo cual los piñones tendrán movimientos opuestos como se muestra en la figura 2-2.

Figura 2-2. Piñón-cremallera



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Ventajas

- Relación de transmisión exacta.
- Buen funcionamiento a velocidades medias.
- Intervienen pocas partes móviles.

Desventajas

- Costo de fabricación alto.
- Dificultad de construcción.
- Genera mayor ruido en el momento de funcionamiento.
- Sus elementos necesitan lubricación constante.

2.6.2. Alternativa 2: Sistema de transmisión de movimiento biela – excéntrica.

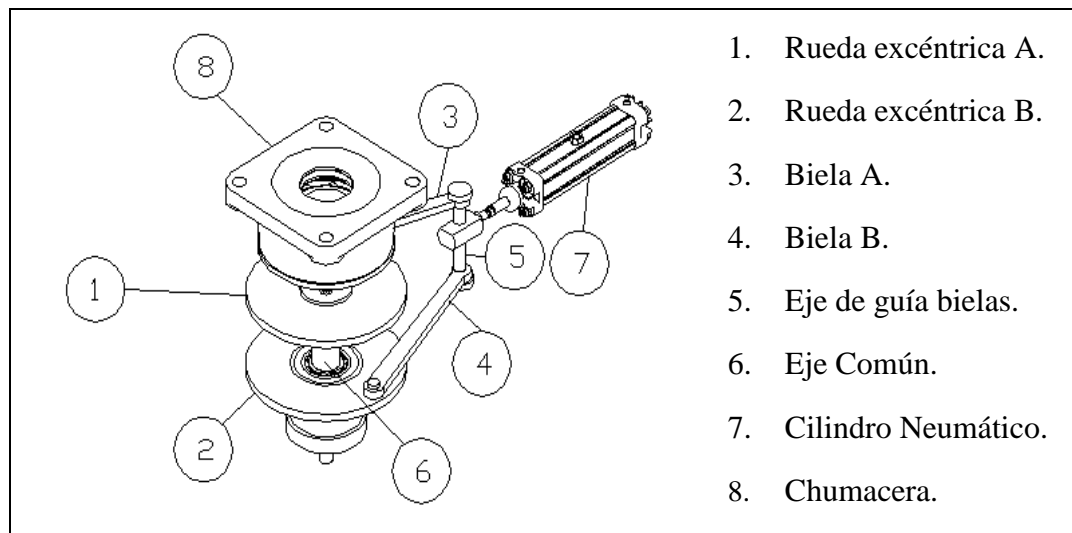
Este sistema permite desplazar la biela y hacer girar la excéntrica.

El sistema está formado por:

- 1 Cilindro neumático.
- 2 Bielas: A y B.
- 2 Ruedas excéntricas: A y B.
- Eje de guía bielas.

El cilindro neumático acciona el vástago conectado con el eje de guía bielas, el cual da movimiento a la biela A y B, la biela A da movimiento a la rueda excéntrica A y la biela B que se encuentra al lado opuesto de la biela A da movimiento a la rueda excéntrica B, por lo cual las ruedas excéntricas tendrán movimientos opuestos como se muestra en la figura 2-3.

Figura 2-3. Biela - excéntrica



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Ventajas

- Costo de fabricación medio.
- Facilidad de construcción.
- Genera menor ruido en el momento del funcionamiento.
- Sus elementos no necesitan lubricación constante.
- Menor mantenimiento de sus elementos.

Desventajas

- Desbalance en su operación provocada por la inercia de su elemento recíproco.
- Desgaste de los alojamientos de la biela por el movimiento.
- Intervienen mayor partes móviles.

2.6.3. Evaluación de las alternativas sistema de transmisión de movimiento.

En la tabla 2-4, se muestra la evaluación de alternativas con sus respectivos valores y porcentajes para el sistema de transmisión de movimiento.

Tabla 2-4. Evaluación de alternativas sistema de transmisión de movimiento

SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO				
Parámetros	Factor de ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa ideal
Costo	5	5 x 2	5 x 3	5 x 3
Seguridad	3	3 x 3	3 x 2	3 x 3
Mantenimiento	2	2 x 1	2 x 2	2 x 3
Total		18	25	30
Índice		60%	83%	100%
Selección de Alternativa		2	1	

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

2.6.4. Selección de la alternativa del sistema de transmisión de movimiento.

Al realizarla evaluación de alternativas del sistema de transmisión de movimiento con las ventajas y desventajas de las alternativas propuestas, se evidencia que son mayores las ventajas que ofrece el sistema biela - excéntrica para la construcción del equipo.

En la tabla 2-4. Se puede apreciar que la alternativa 2(biela - excéntrica) es la que tiene el mayor porcentaje (83%) en la evaluación realizada.

Por lo tanto se selecciona la alternativa2 (Sistema de transmisión de movimiento biela – excéntrica) para la fabricación del equipo.

2.7. Alternativas del sistema de avance de corte.

2.7.1. Alternativa 1: Sistema de avance de corte neumático.

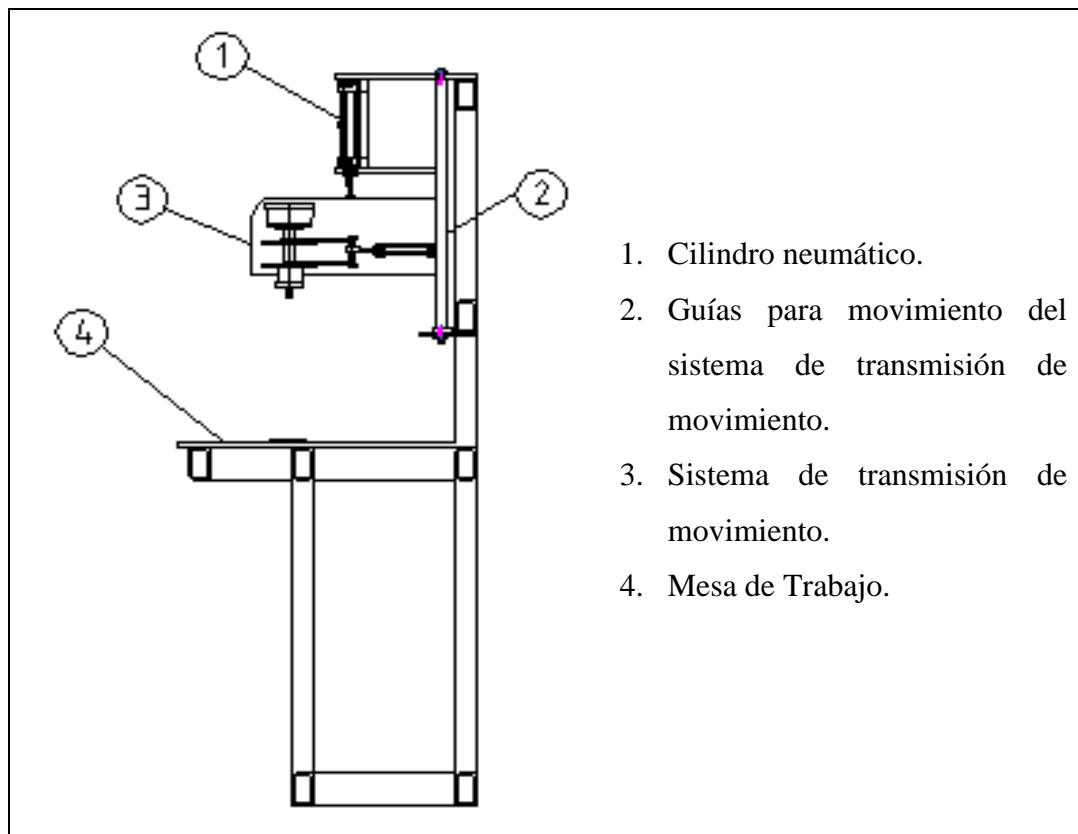
Este sistema permite tener un avance regulable con el uso de un cilindro neumático.

El sistema está formado por:

- 1 Cilindro neumático.
- Guías para movimiento del sistema de transmisión de movimiento.
- Pulsador.

El cilindro neumático acciona el vástago conectado con el sistema de transmisión de movimiento, el cual se mueve por la guías de movimiento en sentido vertical permitiendo el avance y retroceso de las cuchillas de corte como se muestra en la figura 2-4.

Figura 2-4. Sistema avance de corte neumático



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Ventajas

- Avance y retroceso vertical automático.
- Intervienen pocas partes móviles.
- No necesita del esfuerzo humano.
- Facilidad de operación.

Desventajas

- Costo de fabricación alto.
- Necesita aire comprimido como fuente de energía.
- Genera ruido en el momento del funcionamiento del cilindro.

2.7.2. Alternativa 2: Sistema de avance de corte manual.

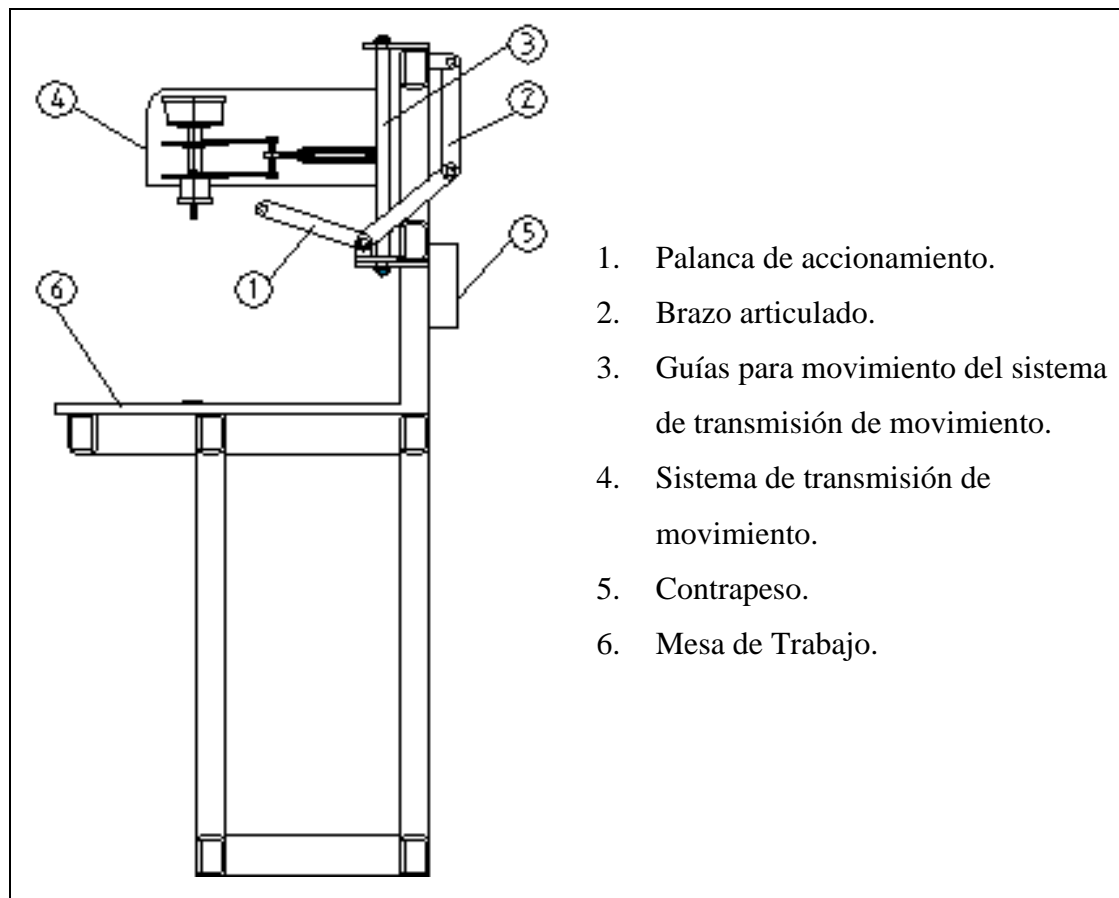
Este sistema es mecánico en el cual el avance depende del operador.

El sistema está formado por:

- 1 Palanca de accionamiento.
- Guías para movimiento del sistema de transmisión de movimiento.
- 1 Brazo articulado.
- 1 Contrapeso.

La palanca acciona el brazo articulado conectado con el sistema de transmisión de movimiento, el cual se mueve por la guías de movimiento en sentido vertical permitiendo el avance y retroceso de las cuchillas de corte como se muestra en la figura 2-5. El contrapeso ayuda para el retorno del sistema de transmisión de movimiento.

Figura 2-5. Sistema de avance de corte manual



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Ventajas

- Costo de fabricación medio.
- No genera ruido en el momento del funcionamiento.
- Menor mantenimiento de sus elementos.

Desventajas

- Avance y retroceso vertical manual.
- Necesita del esfuerzo humano para su funcionamiento.
- Dificultad de operación.
- Intervienen mayor partes móviles.

2.7.3. Evaluación de las alternativas sistema de avance de corte.

En la tabla 2-5. Se muestra la evaluación de alternativas con sus respectivos valores y porcentajes para el sistema de avance de corte.

Tabla 2-5. Evaluación de alternativas sistema de avance de corte

SISTEMA DE AVANCE DE CORTE				
Parámetros	Factor de ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa ideal
Costo	5	5 x 1	5 x 3	5 x 3
Seguridad	3	3 x 3	3 x 1	3 x 3
Mantenimiento	2	2 x 3	2 x 1	2 x 3
Total		20	20	30
Índice		67%	67%	100%
Selección de Alternativa		1	2	

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

2.7.4. Selección de la alternativa del sistema de avance de corte.

Al realizar la evaluación de alternativas del sistema de avance de corte con las ventajas y desventajas de las alternativas propuestas, en la tabla 2-5 se evidencia que las 2 alternativas tienen el mismo porcentaje (67%).

Por lo tanto se selecciona la alternativa 1 (sistema de avance de corte neumático) para la fabricación del equipo ya que proporciona mayor seguridad al operador en el momento de su funcionamiento.

2.8. Conclusión de selección de alternativas.

Para el diseño y construcción de la máquina se realizará con los sistemas indicados en la tabla 2-6.

Tabla 2-6. Conclusión de selección de alternativas

SISTEMA	SELECCIÓN
Movimiento de corte	Giro cuchillas en sentidos opuestos
Transmisión de movimiento	Excéntrica - Biela
Avance de corte	Neumático

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

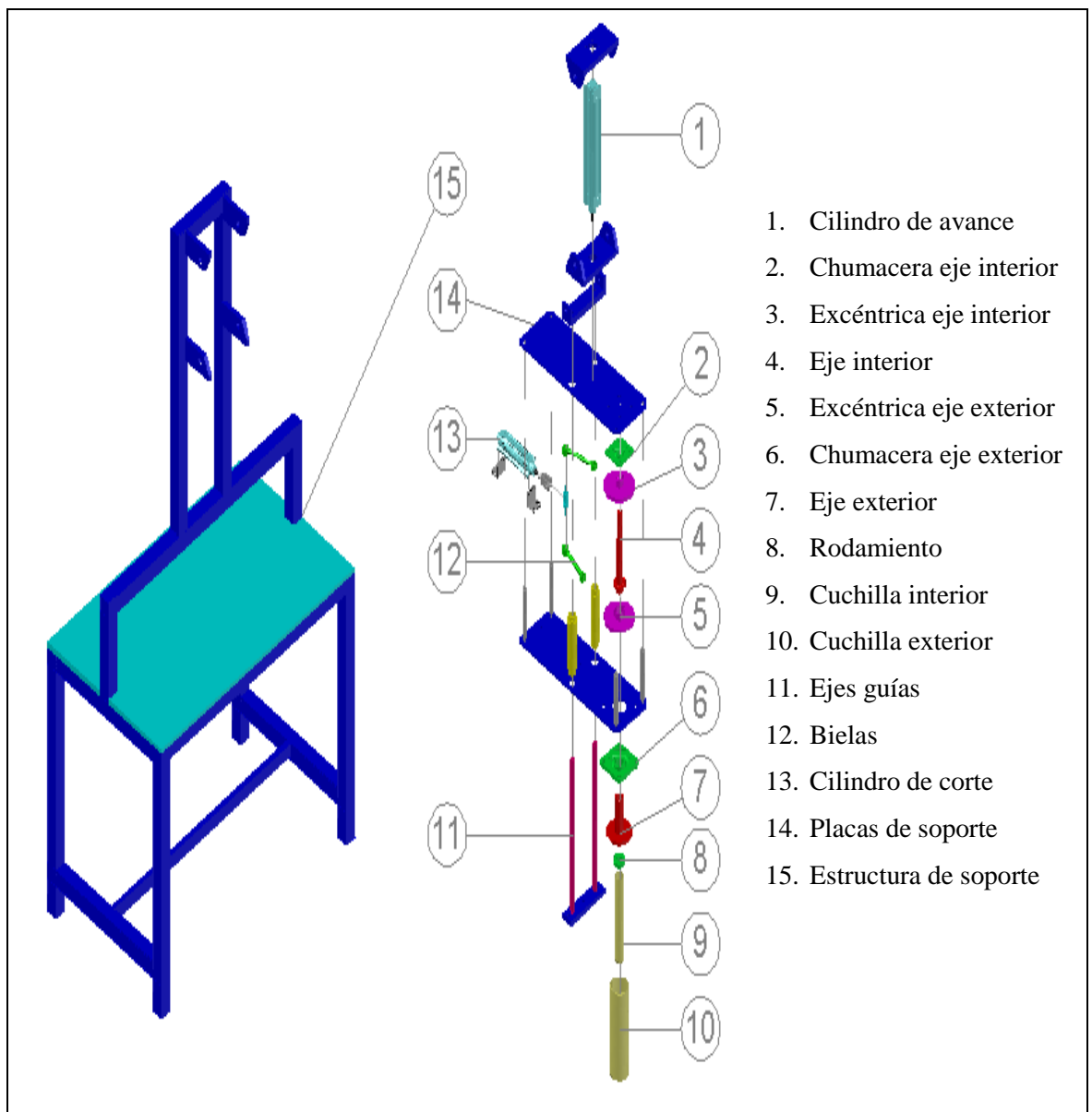
CAPÍTULO 3

DISEÑO

3.1. Descripción general.

En este capítulo se realizará el diseño de la cortadora de rodillos de esponja de acuerdo a la selección de alternativas que se obtuvo en el capítulo anterior; se utilizarán dos cuchillas tipo coronas accionadas por dos mecanismos neumáticos: uno de corte y uno de avance como se muestra en la figura 3-1.

Figura 3-1. Partes de la máquina



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

3.1.1. Mecanismo neumático de corte.

Está conformado por un mecanismo excéntrica-biela acoplado a un cilindro neumático de doble efecto; este mecanismo convierte el movimiento lineal del cilindro en movimiento rotatorio que es transmitido por los ejes hacia las cuchillas para realizar el movimiento de corte.

3.1.2. Mecanismo neumático de avance.

Está conformado por dos planchas que soportan el cilindro neumático, dos ejes guías que ayudan al cilindro a dar el avance para permitir que las cuchillas penetren el bloque de esponja que se pretende cortar.

3.1.3. Estructura de soporte.

Contiene mecanismos principales como otros adicionales que facilita la operación de la máquina así como la manipulación de la esponja.

3.1.4. Alimentación y control.

Está conformado por un compresor el cual proporcionará la energía para dar movimiento a la máquina, electroválvulas que permiten el paso del aire hacia los cilindros y un LOGO el cual controla el funcionamiento de los cilindros neumáticos.

3.2. Elementos para el diseño y selección.

Los sistemas que forman parte de la máquina cortadora de rodillos de esponja se detallan en la tabla 3-1.

Tabla 3-1. Sistemas de la máquina cortadora rodillos de esponja

SISTEMA	ELEMENTO	DATOS PARA EL DISEÑO O SELECCIÓN
Mecanismo de movimiento de corte	Eje interior	Cargas. Torque a transmitir. Velocidad angular. Resistencia al cizallamiento de la esponja. Dimensiones del rodillo de la esponja.
	Eje exterior	
	Chumacera superior	
	Chumacera inferior	
	Rodamiento	
	Chaveta eje interior	
	Chaveta eje exterior	
	Biela eje interno	
	Biela eje exterior	
	Cilindro neumático	
	Cuchilla interior	
	Cuchilla exterior	
	Placas de soporte	
Mecanismo de avance de corte	Ejes guías	Cargas. Resistencia a la compresión de la esponja.
	Cilindro neumático	
Estructura de soporte	Estructura	Cargas. Geometría de la esponja.
Alimentación y control	Compresor	Ciclo de los cilindros. Caudal.
	Electroválvulas	
	LOGO	

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

3.2.1. Datos iniciales.

Las características más relevantes de la esponja se mencionan en la tabla 3-2.

Tabla 3-2. Características esponja

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Densidad para el diseño	40.00	kg/m ³
Resistencia al cizallamiento	0.32	MPa
Resistencia a la compresión	0.21	MPa
Medidas:	Largo	1.00 m
	Ancho	0.50 m
	Espesor	0.23 m

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Las características de las cuchillas de corte están sujetas a los requerimientos de la empresa IEPESA y se muestran en la tabla 3-3.

Tabla 3-3. Características de las cuchillas de corte

CUCHILLA	PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Exterior	Diámetro exterior	0.07620	m
	Diámetro interior	0.07320	m
	Área de corte interior	0.00035	m ²
Interior	Diámetro exterior	0.03810	m
	Diámetro interior	0.03510	m
	Área de corte exterior	0.00017	m ²

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

3.3. Velocidad y aceleración angular.

La velocidad angular se obtiene experimentalmente, para lo cual la empresa F & M que provee actualmente los rodillos de esponja autoriza realizar la medición del tiempo en desplazarse las cuchillas $\frac{1}{4}$ de vuelta (90°).

La velocidad angular (ω) se obtiene con la siguiente ecuación:

$$\omega = \frac{\varphi}{t} \quad (\text{Ec. 12})$$

Donde:

ω : Velocidad angular $\left[\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right]$

φ : Desplazamiento angular $[\text{rad}]$

t : tiempo $[\text{s}]$

Tabla 3-4. Velocidad angular obtenida experimentalmente

# MEDICIÓN	φ [rad]	CICLOS [min]	TIEMPO EN DESPLAZARSE (φ) [s]	TIEMPO PROMEDIO (t) [s]	VELOCIDAD ANGULAR (ω) $\left[\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right]$
1	$\frac{\pi}{2}$	120	0.250	0.2428	6.47
2		125	0.240		
3		123	0.244		
4		124	0.242		
5		126	0.238		

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

La velocidad angula experimental $\omega_{exp} = 6.47 \left[\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right]$

Para minimizar el margen de error de las mediciones realizadas se procede a tomar un factor de minimización(f_m).

Se aplicará la siguiente ecuación:

$$\omega = \omega_{exp} \cdot f_m \quad (\text{Ec. 13})$$

Donde:

ω : Velocidad angular final $\left[\frac{rad}{s}\right]$

ω_{exp} : Velocidad angular obtenida experimentalmente $\left[\frac{rad}{s}\right]$

f_m : Factor de minimización (1.5)

Por lo tanto:

$$\omega = 6.47 \frac{rad}{s} \cdot 1.5$$

$$\omega = 9.71 \frac{rad}{s}$$

3.3.1. Aceleración angular.

Se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$\omega = \omega_o + \alpha \cdot t \quad (\text{Ec. 14})$$

Donde:

ω : Velocidad angular final $\left[\frac{rad}{s}\right]$

ω_o : Velocidad angular inicial $\left[\frac{rad}{s}\right]$

α : Aceleración angular $\left[\frac{rad}{s^2}\right]$

t : Tiempo $[s]$

El sistema parte de reposo, por lo que la ($\omega_o = 0$), el tiempo es el determinado experimentalmente, por lo tanto la aceleración es igual a:

$$\alpha = \frac{\omega}{t} \quad (\text{Ec. 15})$$

$$\alpha = \frac{9.71 \frac{rad}{s}}{0.2428 s}$$

$$\alpha = 39.99 \frac{rad}{s^2}$$

3.3.2. Inercia de las masas.

Para obtener las inercias de los elementos giratorios se emplean las siguientes ecuaciones: (Shigley & Mischke, 1990, P. 857)

Cilindro (macizo):

$$I = \frac{m \cdot d_e^2}{8} \quad (\text{Ec. 16})$$

Tubo (o cilindro hueco):

$$I = \frac{m \cdot (d_e^2 + d_i^2)}{8} \quad (\text{Ec. 17})$$

Donde:

I : Inercia del cuerpo [$kg \cdot m^2$]

d_e : Diámetro exterior [m]

d_i : Diámetro interior [m]

m : Masa del cuerpo [kg]

El volumen se obtiene con las siguientes ecuaciones:

Cilindro (macizo):

$$V = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} \cdot L \quad (\text{Ec. 18})$$

Tubo (o cilindro hueco):

$$V = \frac{\pi \cdot (d_e^2 - d_i^2)}{4} \cdot L \quad (\text{Ec. 19})$$

La masa se obtiene con la siguiente ecuación:

$$m = \rho \cdot V \quad (\text{Ec. 20})$$

Donde:

m : Masa [kg]

V : Volumen [m^3]

ρ : Densidad del elemento [$\frac{kg}{m^3}$]

L : Longitud del elemento [m]

3.3.3. Torque.

Se emplean las siguientes ecuaciones:

$$T = I \cdot \alpha \quad (\text{Ec. 21})$$

$$T = F \cdot d \quad (\text{Ec. 22})$$

Donde:

T : Torque [$N \cdot m$]

I : Inercia del cuerpo [$kg \cdot m^2$]

α : Aceleración angular [$\frac{rad}{s^2}$]

F : Fuerza [N]

d : Distancia [m]

3.3.4. Inercias movimiento.

Al utilizar las ecuaciones descritas anteriormente se realiza las siguientes tablas 3-5 y 3-6.

Tabla 3-5. Inercias y torques requeridas para mover el sistema interior

ELEMENTO	DIÁMETRO EXTERIOR [m]	DIÁMETRO INTERNO [m]	LONGITUD [m]	VOLUMEN [m ³]	DENSIDAD [$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$]	MASA [kg]	INERCIA [kg. m ²]	TORQUE 1 [N · m]
Eje interno	0.020	-	0.242	$76.02 \cdot 10^{-6}$	7840	0.60	$0.30 \cdot 10^{-4}$	0.001199
Excéntrica interior (volante)	0.135	0.030	0.008	$108.86 \cdot 10^{-6}$	7840	0.85	$20.32 \cdot 10^{-4}$	0.081259
(bujes)	0.030	0.020	0.050	$19.63 \cdot 10^{-6}$	7840	0.15	$0.24 \cdot 10^{-4}$	0.000959
Cuchilla interna	0.038	0.035	0.260	$44.72 \cdot 10^{-6}$	7850	0.35	$1.18 \cdot 10^{-4}$	0.004719
Total torque 1								0.088136

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Tabla 3-6. Inercias y torques requeridas para mover el sistema exterior

ELEMENTO	DIÁMETRO EXTERIOR [m]	DIÁMETRO INTERNO [m]	LONGITUD [m]	VOLUMEN [m ³]	DENSIDAD [$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$]	MASA [kg]	INERCIA [kg. m ²]	TORQUE 2 [N · m]
Eje exterior	0.035	0.023	0.126	$68.88 \cdot 10^{-6}$	7840	0.54	$16.35 \cdot 10^{-4}$	0.065389
Excéntrica exterior (volante)	0.135	0.045	0.008	$101.79 \cdot 10^{-6}$	7840	0.80	$20.20 \cdot 10^{-4}$	0.080779
(bujes)	0.045	0.035	0.050	$31.42 \cdot 10^{-6}$	7840	0.25	$1.00 \cdot 10^{-4}$	0.004001
Cuchilla externa	0.076	0.073	0.290	$101.81 \cdot 10^{-6}$	7850	0.80	$11.09 \cdot 10^{-4}$	0.044365
Total torque 2								0.194534

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

3.3.5. Fuerza y torque de corte cuchillas.

Para determinar la fuerza que requieren las cuchillas se emplea la siguiente ecuación: (Shigley & Mischke, 1990, P. 35)

$$F = \sigma_{ciz} \cdot A_c \quad (\text{Ec. 23})$$

Donde:

A_{ci} : Área de corte de la cuchilla interior = $0.00017 m^2$

A_{ce} : Área de corte de la cuchilla exterior = $0.00035 m^2$

F_i : Fuerza de corte cuchilla interior[]

F_e : Fuerza de corte cuchilla exterior[N]

σ_{ciz} : Resistencia al cizallamiento de la esponja = $0,32 \times 10^6 \frac{N}{m^2}$

Por lo tanto:

$$F_i = 0.32 \cdot 10^6 \frac{N}{m^2} \cdot 0.00017 m^2$$

$$F_i = 54.4 N$$

$$F_e = 0.32 \cdot 10^6 \frac{N}{m^2} \cdot 0.00035 m^2$$

$$F_e = 112 N$$

La fuerza de rozamiento es prácticamente independiente del área de la superficie de contacto.

El coeficiente de rozamiento empleado para obtener la fuerza de rozamiento es ($\mu = 0.6$). (Anexo 1)

Al emplear la ecuación:

$$F_R = \mu \cdot F \quad (\text{Ec. 24})$$

Donde:

F_{Ri} : Fuerza de rozamiento cuchilla interna[N]

F_{Re} : Fuerza de rozamiento cuchilla externa[N]

μ : Coeficiente de rozamiento (0.6)

F_i : Fuerza de corte interno[N]

F_e : Fuerza de corte exterior[N]

$$F_{Ri} = 0.6 \cdot 54.4 \text{ N}$$

$$F_{Ri} = 32.64 \text{ N}$$

$$F_{Re} = 0.6 \cdot 112 \text{ N}$$

$$F_{Re} = 67.2 \text{ N}$$

Fuerza total de corte (F_T) interno y externo es la suma de:

$$F_{Ti} = F_i + F_{Ri} \quad (\text{Ec. 25})$$

$$F_{Ti} = 54.4 \text{ N} + 32.64 \text{ N}$$

$$F_{Ti} = 87.04 \text{ N}$$

$$F_{Te} = F_e + F_{Re} \quad (\text{Ec. 26})$$

$$F_{Te} = 112 \text{ N} + 67.2 \text{ N}$$

$$F_{Te} = 179.2 \text{ N}$$

El torque para cortar la esponja se obtiene mediante la (Ec. 22).

Donde:

T_i : Torque interno para cortar la esponja[N · m]

F_{Ti} : Fuerza total de corte interno[N]

d_i : Radio cuchilla interna (0.019m)[m]

T_e : Torque exterior para cortar la esponja[N · m]

F_{Te} : Fuerza total de corte exterior[N]

d_e : Radio cuchilla exterior (0.038m)[m]

$$T_i = F_{Ti} \cdot d_i \quad (\text{Ec. 27})$$

$$T_i = 87.04 \text{ N} \cdot 0.019\text{m}$$

$$T_i = 1.65 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T_e = F_{Te} \cdot d_e \quad (\text{Ec. 28})$$

$$T_e = 179.2 \text{ N} \cdot 0.038\text{m}$$

$$T_e = 6.81 \text{ N} \cdot \text{m}$$

3.3.6. Torque total y fuerza aplicada en los ejes.

El Torque total interior y exterior se obtiene de la suma de torques y multiplicado por un factor de ponderación ($f_p = 2$) debido a que las geometrías de los elementos podrían cambiar por cambios de secciones y acoples para sujetar las cuchillas:

$$T_{Ti} = (T_1 + T_i) f_p \quad (\text{Ec. 29})$$

$$T_{Ti} = (0.088136 \text{ N} \cdot \text{m} + 1.65 \text{ N} \cdot \text{m})2$$

$$T_{Ti} = 3.48 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T_{Te} = (T_2 + T_e) f_p \quad (\text{Ec. 30})$$

$$T_{Te} = (0.194534 \text{ N} \cdot \text{m} + 6.81 \text{ N} \cdot \text{m})2$$

$$T_{Te} = 14.01 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Donde:

T_{Ti} : Torque total interior

T_{Te} : Torque total exterior

La fuerza se obtiene dividiendo el torque total de los ejes para la distancia a la que se aplicará la fuerza como se indica en la tabla 3-7.

Tabla 3-7. Torque y fuerza total aplicada a los ejes

ELEMENTO	TORQUE TOTAL [N · m]	DISTANCIA [m]	FUERZA [N]
Eje interior	3.48	0.0565	61.59
Eje exterior	14.01	0.0565	247.96

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

3.4. Acero para los ejes.

El acero que se empleará deberá tener la cualidad de resistencia a la torsión, en hojas técnicas de IVAN BOHMAN C.A y ACEROS BÖHLER DEL ECUADOR S.A., 2014. se consulta y determina la mejor opción para realizar los ejes.

Al comparar las propiedades mecánicas entre el Acero AISI 4140 (709) y Acero AISI 4340 (705), aceros recomendados para realizar trabajos a torsión se selecciona el de mayor límite de fluencia. (Anexo 1)

El material seleccionado para el dimensionamiento de los ejes se muestra en la tabla 3-8.

Tabla 3-8. Propiedades acero AISI 4340

ACERO AISI 4340		
Parámetro	Símbolo	Valor
Resistencia rotura en tracción	S_{ut}	1100 MPa
Resistencia a la fluencia	S_y	900 MPa
Densidad	ρ	7840 $\frac{kg}{m^3}$

Fuente: ACEROS BÖHLER DEL ECUADOR S.A., 2014

El código ASME indica que para el cálculo el esfuerzo de fluencia(σ_y) es el 30 % de la resistencia a la fluencia y cuando el eje tiene chaveteros se restara un 25% del valor del 30% para obtener el esfuerzo admisible (σ_{adm}) con el cual se realizará el diseño de los ejes. (Código ASME)

$$\sigma_y = 0.3 \cdot 900 \text{ MPa} \quad (\text{Ec. 31})$$

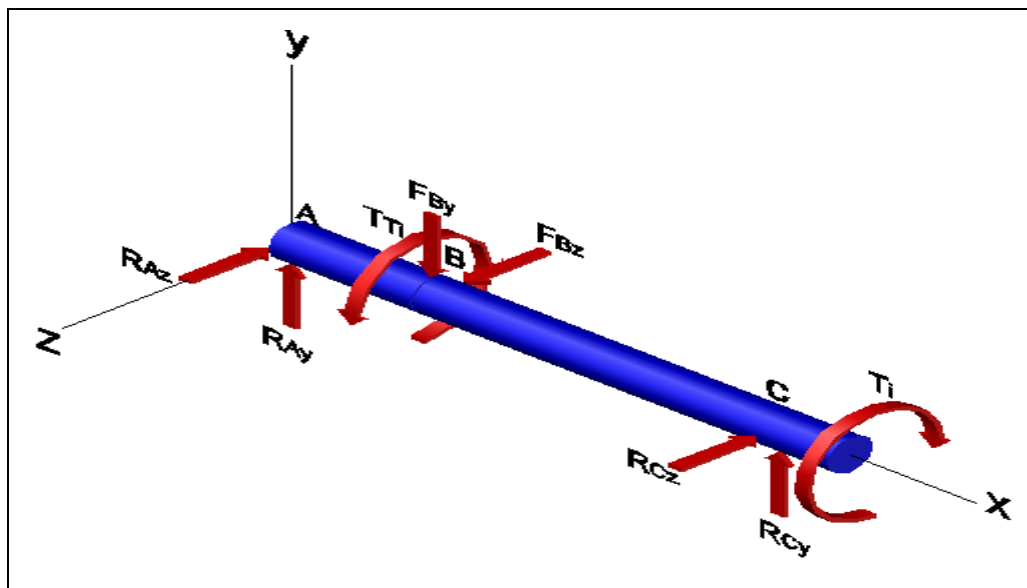
$$\sigma_y = 270 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{adm} = 0.75 \cdot 270 \text{ MPa} \quad (\text{Ec. 32})$$

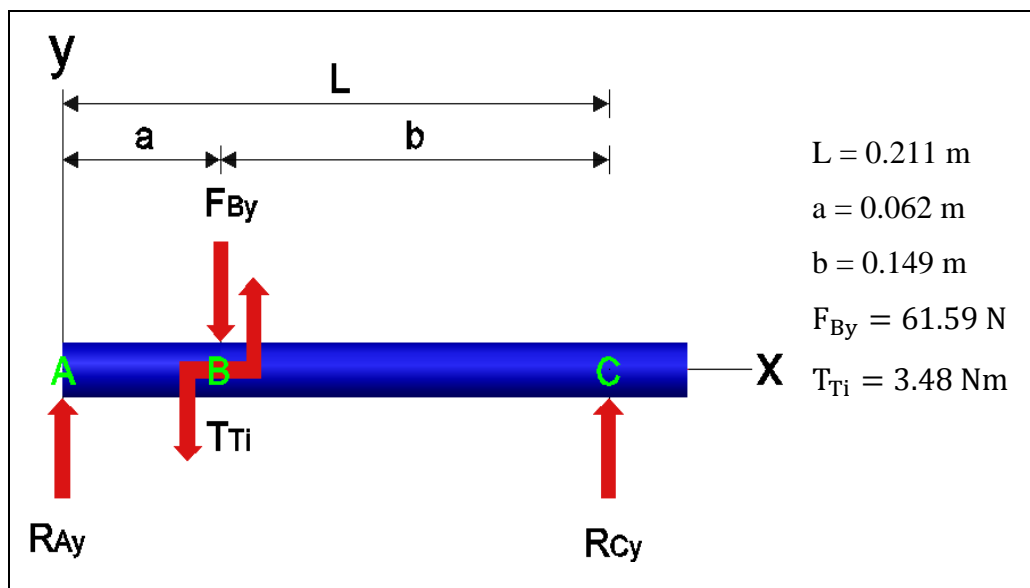
$$\sigma_{adm} = 202.5 \text{ MPa}$$

3.5. Diseño del eje interior.

Figura 3-2. Diagrama de fuerzas eje interior



Plano x-y



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

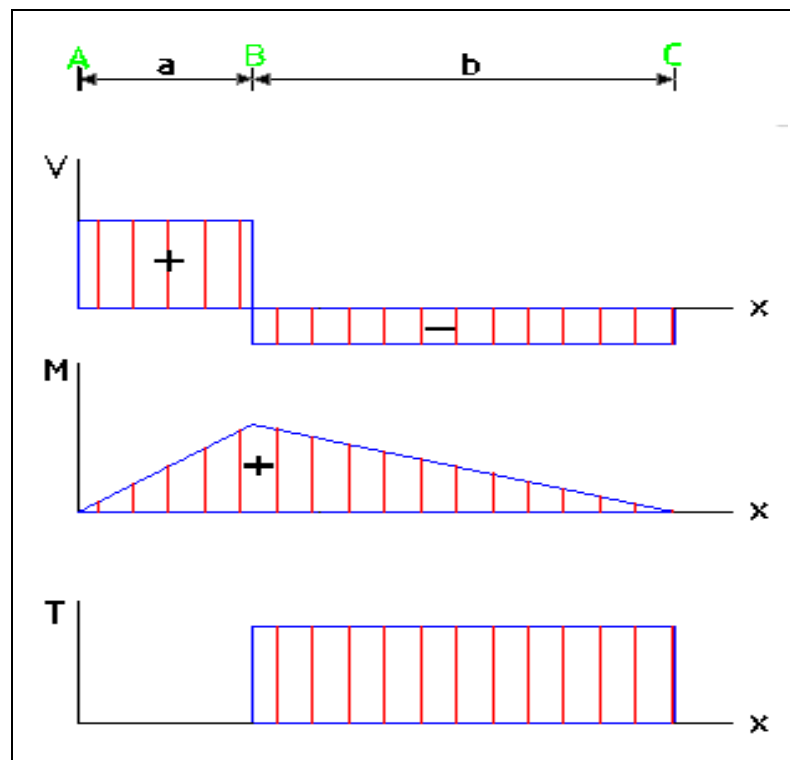
Tabla 3-9. Datos de diagrama eje interior

PARÁMETROS	SÍMBOLO	ECUACIÓN	VALOR
Reacciones	R_{Ay}	$R_{Ay} = \frac{F_{By} \cdot b}{L}$	43.49 N
	R_{Cy}	$R_{Cy} = \frac{F_{By} \cdot a}{L}$	18.10 N
Cortantes	V_{AB}	$V_{AB} = R_{Ay}$	43.49 N
	V_{BC}	$V_{BC} = -R_{Cy}$	-18.10 N
Momentos	M_{AB}	$M_{AB} = \frac{F_{By} \cdot b}{L} \cdot a$	2.7 Nm
	M_{BC}	$M_{BC} = \frac{F_{By} \cdot a}{L} \cdot b$	2.7 Nm

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

3.5.1. Diagrama de esfuerzo cortante, momento flector y torsor eje interior.

Figura 3-3. Diagrama esfuerzo y momentos eje interior



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

3.5.2. Cálculo del esfuerzo en la sección crítica.

$$M_{xy} = 2.70 \text{ N.m}$$

$$M_{xz} = 2.70 \text{ N.m}$$

$$M_F = \sqrt{2.7^2 + 2.7^2} \quad (\text{Ec. 33})$$

$$M_F = 3.89 \text{ Nm}$$

Donde:

M_F : Momento flector [$N \cdot m$]

Se obtiene el esfuerzo equivalente (σ_{eq}) empleando la siguiente ecuación:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\left(\frac{32 M_F}{\pi d^3}\right)^2 + 3 \left(\frac{16 M_T}{\pi d^3}\right)^2} \quad (\text{Ec. 34})$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\left(\frac{32 \cdot 3.89 \text{ Nm}}{\pi \cdot (0.02 \text{ m})^3}\right)^2 + 3 \left(\frac{16 \cdot 3.48 \text{ Nm}}{\pi \cdot (0.02 \text{ m})^3}\right)^2}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{24.53 \cdot 10^{12} + 14.72 \cdot 10^{12}}$$

$$\sigma_{eq} = 6265339.63553 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Donde:

M_T : Momento torsor [$N \cdot m$]

σ_{eq} : Esfuerzo equivalente $\left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2}\right]$

Factor de seguridad (n) se la obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$n = \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_{eq}} \quad (\text{Ec. 35})$$

Por lo tanto:

$$n = \frac{202.5 \cdot 10^6 \frac{N}{m^2}}{6265339.63553 \frac{N}{m^2}}$$

$$n = 32.32$$

3.5.3. Verificación del eje interno por fatiga.

Mediante la ecuación:(Shigley & Mischke, 1990, P. 317)

Cálculo de la resistencia a la fatiga.(Budynas & Keithy Nisbett, 2008, P. 278-288)

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e S_e' \quad (\text{Ec. 36})$$

Tabla 3-10. Datos del cálculo resistencia a la fatiga eje interior

PARÁMETRO	SÍMBOLO	ECUACIÓN	VALOR
Factor de superficie.	K _a	K _a = aS _{ut} ^b	0.105
Factor de tamaño.	K _b	$\left(\frac{d}{7.62}\right)^{-0.1133}$	0.896
Factor de carga.	K _c	0.577 torsión	0.577
Factor de temperatura.	K _d	20°C : 1	1.000
Factor de efectos diversos.	K _e	1 – 0.08 z _a	0.814
Sensibilidad de la muesca (flexión)	q	Diagrama	0.860
Sensibilidad de la muesca (torsión)	q _c	Diagrama	0.850
Factor de concentración de esfuerzos (flexión)	K _t	Diagrama	2.000
Factor de concentración de esfuerzos (torsión)	K _{ts}	Diagrama	1.300
Concentración de esfuerzos (flexión)	K _f	K _f = 1 + q(K _t – 1)	1.860

Continuación de la tabla 3-10.

Concentración de esfuerzos (torsión)	K_{fs}	$K_{fs} = 1 + q_c(K_{ts} - 1)$	0.555
Límite de resistencia a la fatiga de la muestra de viga rotatoria	Se'	$0.504S_{ut}$	554.4 MPa
Límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico	Se	Ec. 19	24.50 MPa

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Se determina el diámetro empleando la siguiente ecuación:

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{Se} \left[4(K_f M)^2 + 3(K_{fs} T)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (\text{Ec. 37})$$

Donde:

n : Factor de seguridad a la fatiga = 2

M : Momento máximo [$N \cdot m$]

T : Torque máximo [$N \cdot m$]

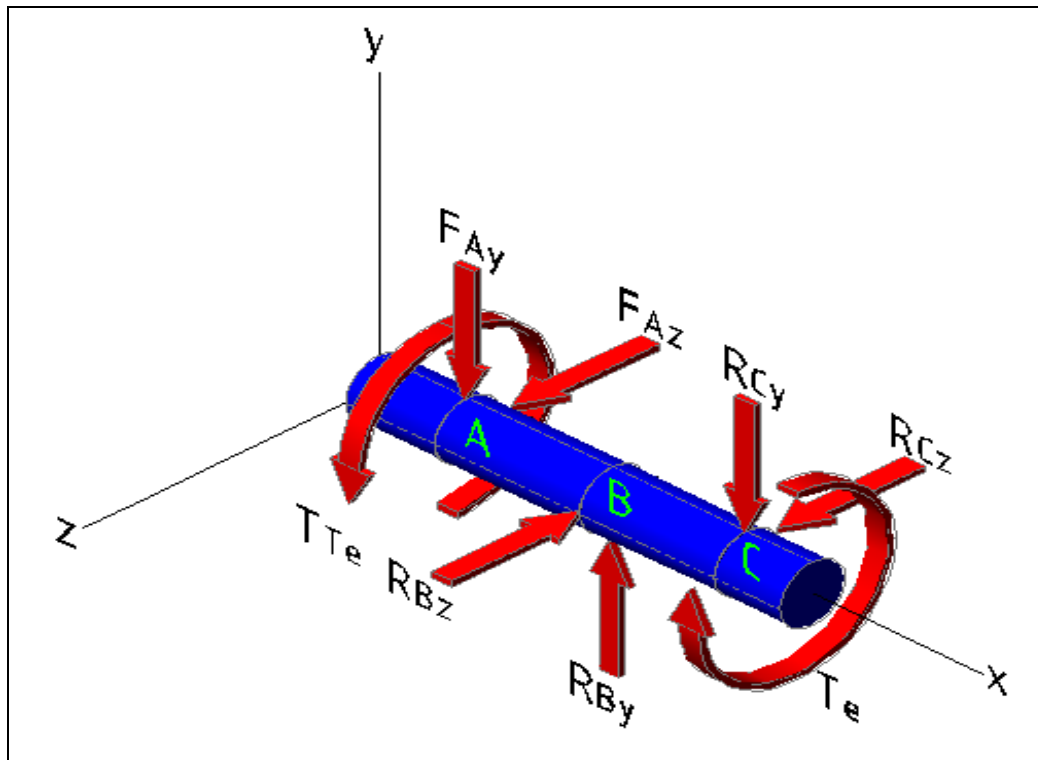
$$d = 18.35 \text{ mm}$$

3.5.4. Diámetro eje interno.

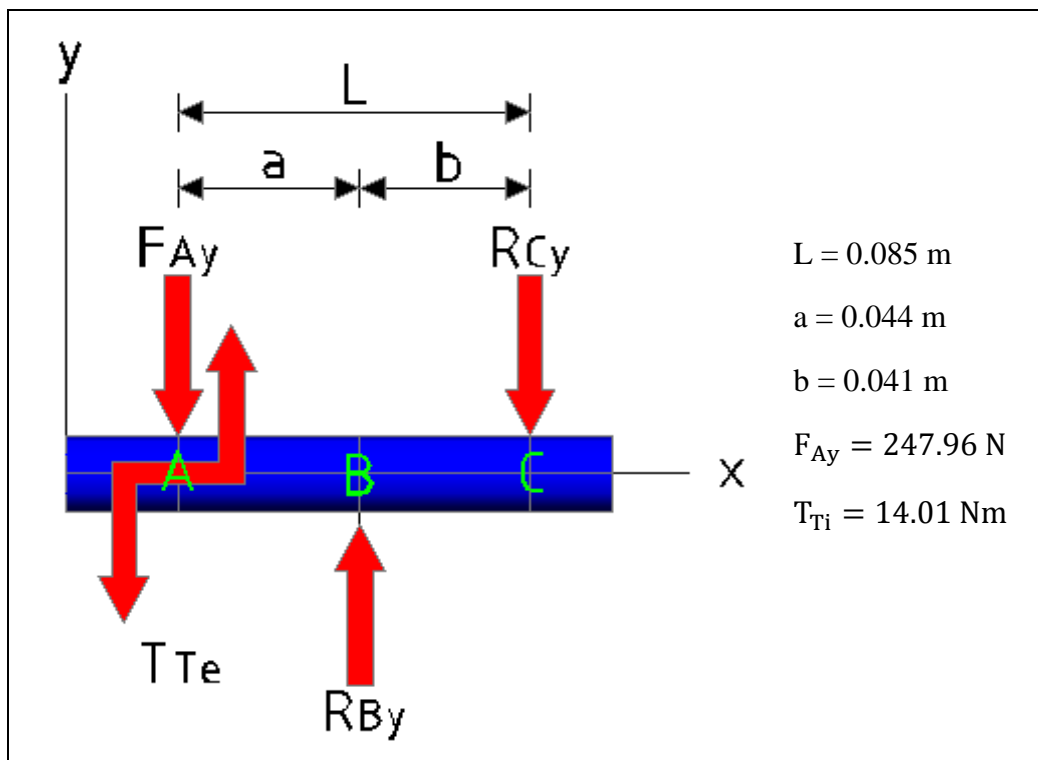
Con las dimensiones obtenidas del cálculo estático y fatiga se determina que el diámetro del eje interno se realizará de 20mm. Las tablas y diagramas se encuentran en el Anexo 1.

3.6. Diseño del eje exterior.

Figura 3-4. Diagrama de fuerzas eje exterior



Plano x-y



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

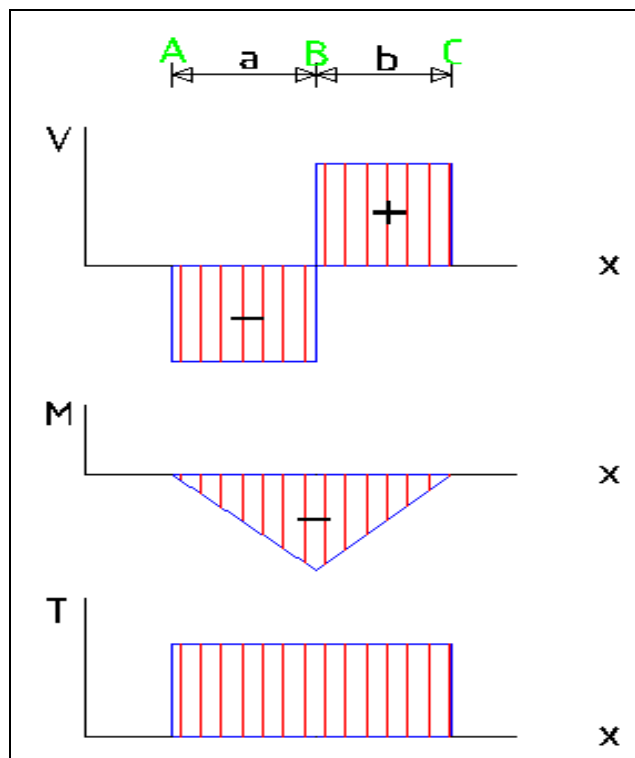
Tabla 3-11. Datos de diagrama eje exterior

PARÁMETROS	SÍMBOLO	ECUACIÓN	VALOR
Reacciones	R_{By}	$R_{By} = \frac{F_{Ay} L}{b}$	514.06 N
	R_{Cy}	$R_{Cy} = \frac{R_{By} a}{L}$	266.10 N
Cortantes	V_{AB}	$V_{AB} = -F_{Ay}$	-247.96 N
	V_{BC}	$V_{BC} = R_{Cy}$	266.10 N
Momentos	M_{AB}	$M_{AB} = \frac{R_{By} b}{L} a$	10.91 Nm
	M_{BC}	$M_{BC} = \frac{R_{By} a}{L} b$	10.91 Nm

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

3.6.1. Diagrama de esfuerzo cortante, momento flector y torsor.

Figura 3-5. Diagrama de esfuerzo y momentos eje exterior



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

3.6.2. Cálculo del esfuerzo en la sección crítica.

$$M_{xy} = 10.91 \text{ N.m}$$

$$M_{xz} = 10.91 \text{ N.m}$$

(Ec. 38)

$$M_F = \sqrt{10.91^2 + 10.91^2}$$

$$M_F = 15.43 \text{ Nm}$$

$$M_T = 14.01 \text{ Nm}$$

Tabla 3-12. Datos del cálculo eje exterior

PARÁMETRO	SÍMBOLO	ECUACIÓN	VALOR
Sensibilidad de la muesca (flexión)	q	Diagrama	0.860
Sensibilidad de la muesca (torsión)	q _c	Diagrama	0.850
Factor de concentración de esfuerzos (flexión)	K _t	Diagrama	3.000
Factor de concentración de esfuerzos (torsión)	K _{ts}	Diagrama	2.200
Concentración de esfuerzos (flexión)	K _f	$K_f = 1 + q(K_t - 1)$	3.720
Concentración de esfuerzos (torsión)	K _{fs}	$K_{fs} = 1 + q_c(K_{ts} - 1)$	2.220

Fuente: Budynas & Keithy Nisbett, 2008, P. 278-288

Se obtiene el esfuerzo equivalente (σ_{eq}) empleando la siguiente ecuación:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\left(\frac{32 K_f M_F d_e}{\pi(d_e^4 - d_i^4)}\right)^2 + 3 \left(\frac{16 K_{fs} M_T d_e}{\pi(d_e^4 - d_i^4)}\right)^2} \quad (\text{Ec. 39})$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\left(\frac{32 (3.720)(15.43 \text{ N.m})(0.035\text{m})}{\pi((0.035\text{m})^4 - (0.023\text{m})^4)}\right)^2 + 3 \left(\frac{16 (2.220)(14.01 \text{ N.m})(0.035\text{m})}{\pi((0.035\text{m})^4 - (0.023\text{m})^4)}\right)^2}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{280.98 \cdot 10^{12} + 61.87 \cdot 10^{12}}$$

$$\sigma_{eq} = 18516293.7862 \frac{N}{m^2}$$

Factor de seguridad (n) se la obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$n = \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_{eq}} \quad (\text{Ec. 40})$$

Por lo tanto:

$$n = \frac{202.5 \cdot 10^6 \frac{N}{m^2}}{18516293.7862 \frac{N}{m^2}}$$

$$n = 10.94$$

3.6.3. Diámetros del eje exterior.

Con las dimensiones obtenidas del cálculo a fatiga se determina que el diámetro del eje exterior se lo realizará de 35mm diámetro exterior y 23mm diámetro interior.

3.6.4. Diámetro de los ejes.

Tabla 3-13. Diámetros de los ejes

EJE	Ø INTERIOR [mm]	Ø EXTERIOR [mm]
Interior	-	20
Exterior	23	35

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

3.7. Chumaceras y rodamiento.

Una vez determinados los diámetros de los ejes se procede a seleccionar las chumaceras.

Tabla 3-14. Chumaceras

ELEMENTO	CÓDIGO	CARGA DINÁMICA BÁSICA [N]	CARGA DISEÑO [N]	REFERENCIA
Chumacera interior	SKFFY 20 TF	12700	61.59	(Anexo 1)
Chumacera exterior	SKFFY 35 TF	25500	247.96	
Rodamiento	62/22-2RS1	13500	61.59	

Fuente: SKF, 2014

Con los datos de la capacidad de carga básica dinámica es posible estimar la vida de los elementos con ayuda de la siguiente ecuación: (Mott R. L., 2006, P. 611)

$$L_2 = L_1 \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^k \quad (\text{Ec. 41})$$

Tabla 3-15. Cálculo de vida útil chumacera

PARÁMETRO	SÍMBOLO	CHUMACERA INTERIOR	CHUMACERA EXTERIOR	RODAMIENTO
Capacidad de carga dinámica básica	P_1	12700 N	25500 N	13500 N
Carga de diseño	P_2	61.59 N	247.96N	61.59N
Coefficiente rodamiento de bolas	k	3	3	3
Duración L_{10} con la carga P_1 (ciclos)	L_1	10^6	10^6	10^6
Duración de diseño (ciclos)	L_2	$8.77 \cdot 10^{12}$	$1.09 \cdot 10^{12}$	$10.53 \cdot 10^{12}$

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Donde L_2 es la vida útil esperada de los elementos, como se puede apreciar superan el billón de ciclos.

3.8. Chavetas.

Se seleccionará chavetas longitudinales DIN 6885 tipo A utilizadas para la unión de ejes sometidos a torsión.

Se obtiene las dimensiones (anchura y altura) de las chavetas empleando los diámetros de los ejes, la longitud (l) es igual a 1.5 por el diámetro. (Anexo 1)

Tabla 3-16. Datos de chavetas

EJE	DIÁMETRO(ϕ) [mm]	DIMENSIONES CHAVETA		
		ANCHURA (b) [mm]	ALTURA (h) [mm]	LONGITUD (l) [mm]
Interior	20	6	6	30
Exterior	35	10	6	52.5

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

El material seleccionado para la fabricación de las chavetas es el Acero AISI 1018 con resistencia al a fluencia $S_y = 370$ MPa.

Tabla 3-17. Fuerza aplicada (F) en la superficie del eje

CHAVETA	TORQUE [N · m]	RADIO EJE [m]	FUERZA [N]
Eje interior	3.48	0.01	348
Eje exterior	14.01	0.0175	800.57

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Una vez determinadas las dimensiones de las chavetas y las fuerzas aplicadas a las mismas se verifica la longitud para la falla al cortante y la resistencia al aplastamiento empleando las siguientes ecuaciones: (Budynas & Keithy Nisbett, 2008, pág. 383)

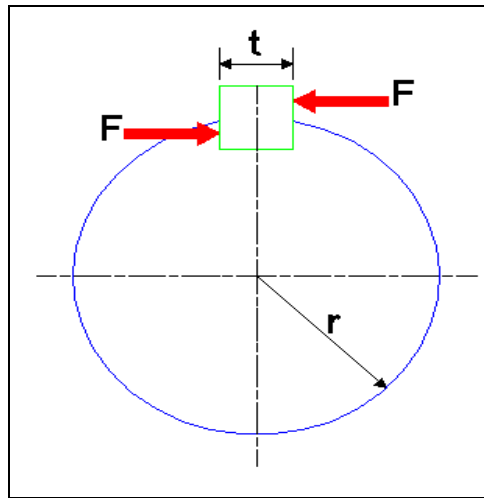
Falla al cortante:

$$\frac{S_{sy}}{n} = \frac{F}{tl} \quad (\text{Ec. 42})$$

$$S_{sy} = 0.577 \cdot S_y \quad (\text{Ec. 43})$$

$$S_{sy} = 213.49 \text{ MPa}$$

Figura 3-6. Diagrama chaveta



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Tabla 3-18. Cálculo falla al cortante de las chavetas

PARÁMETRO	SÍMBOLO	CHAVETA EJE INTERIOR	CHAVETA EJE EXTERIOR
Resistencia al cortante	S_{sy}	213.49 MPa	213.49 MPa
Fuerza	F	348 N	800.57
Ancho	t	0.006 m	0.01 m
Factor de seguridad	n	3	3
Longitud	l	0.815 mm	1.125 mm

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Resistencia al aplastamiento:

$$\frac{S_y}{n} = \frac{F}{tl/2} \quad (\text{Ec. 44})$$

Tabla 3-19. Cálculo resistencia al aplastamiento de las chavetas

PARÁMETRO	SÍMBOLO	CHAVETA EJE INTERIOR	CHAVETA EJE EXTERIOR
Resistencia a la fluencia	S_y	370 MPa	370 MPa
Fuerza	F	348 N	800.57 N
Ancho	t	0.006 m	0.01 m
Factor de seguridad	n	3	3
Longitud	l	0.941 mm	1.298 mm

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Una vez verificado que las longitudes de las chavetas por tablas son mayores que las calculadas se mantiene la recomendación de multiplicar 1.5 por el diámetro. (Anexo 1)

3.9. Diseño de bielas.

La fuerza máxima que actúa en la biela está definida por la que deberá transmitir al eje exterior que es de 247.96 N, esta fuerza estará en tracción.

El material seleccionado para la fabricación de las bielas es el Acero AISI 4340 con resistencia al a fluencia $S_y = 900 \text{ MPa}$.

Para determinar el diámetro de la biela se emplea la siguiente ecuación:

$$\sigma_{perm} = \frac{S_y}{n} \quad (\text{Ec. 45})$$

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi \cdot \sigma_{perm}}} \quad (\text{Ec. 46})$$

Tabla 3-20. Cálculo diámetro de biela

PARÁMETRO	SÍMBOLO	BIELA
Esfuerzo de fluencia	S_y	900 MPa
Factor de seguridad	n	3
Esfuerzo permisible	σ_{perm}	300 MPa
Fuerza	F	247.96 N
Diámetro	D	1.03 mm

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

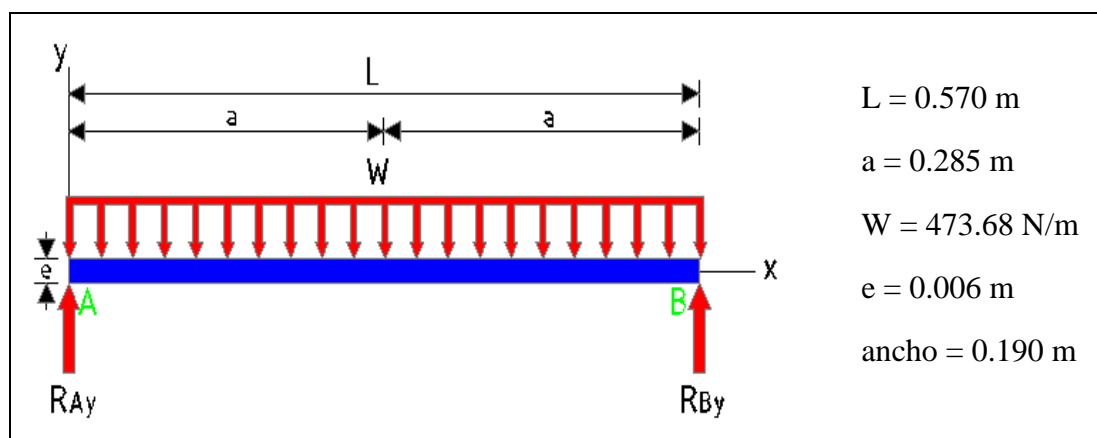
Por razones de diseño no se puede utilizar un eje de 1.03 mm ya que se necesita unir la biela en un extremo con el volante y en el otro extremo con el cilindro neumático.

Para lo cual el diámetro de la biela será de 10mm y los pines a los que se une de diámetro 8mm, los pines serán de material AISI 1018 para que sirvan de fusible.

3.10. Placas.

Las dimensiones de las placas corresponden a los elementos que deberán alojar o sujetar, para el cálculo se aplicará una carga distribuida ($W = 473.68 \text{ N/m}$) correspondiente al peso de los componentes (270 N) a lo largo de la placa (L).

Figura 3-7. Diagrama de fuerzas de la placa



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

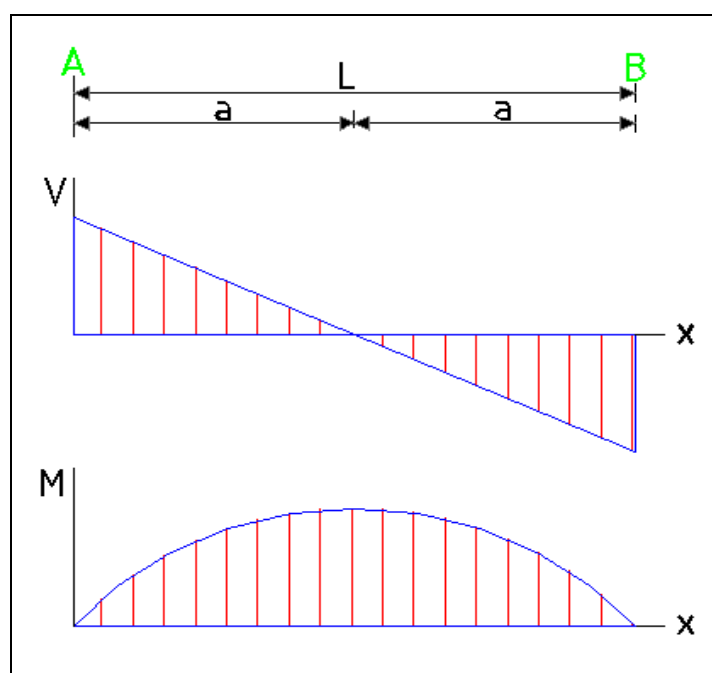
Tabla 3-21. Datos de diagrama biela

PARÁMETROS	SÍMBOLO	ECUACIÓN	VALOR
Reacciones	$R_{Ay}; R_{By}$	$R_{Ay} = R_{By} = \frac{WL}{2}$	134.99 N
Cortante	V	$V = \frac{WL}{2}$	134.99 N
Momento máximo	M	$M = \frac{Wa}{2}(L - a)$	19.24 N m

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

3.10.1. Diagrama de esfuerzo cortante, momento flector de la placa.

Figura 3-8. Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Tabla 3-22. Datos placa

DATOS PLACA		
Área (A)	Inercia (I)	Punto de análisis (C)
0.00114 m ²	34.2 x 10 ¹⁰ m ⁴	0.003 m

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Esfuerzo en flexión (σ)

$$\sigma = \frac{M \cdot C}{I} \quad (\text{Ec. 47})$$

$$\sigma = \frac{19.24 \text{ Nm} \cdot 0.003 \text{ m}}{34.2 \times 10^{10} \text{ m}^4}$$

$$\sigma = 16.88 \text{ MPa}$$

Esfuerzo cortante (τ)

$$\tau = \frac{V}{A} \quad (\text{Ec. 48})$$

$$\tau = \frac{134.99 \text{ N}}{0.00114 \text{ m}^2}$$

$$\tau = 0.12 \text{ MPa}$$

Al aplicar la teoría de Von Mises

$$\sigma_{eq} = \sqrt{(\sigma)^2 + 3(\tau)^2} \quad (\text{Ec. 49})$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{(16.88 \text{ MPa})^2 + 3(0.12 \text{ MPa})^2}$$

$$\sigma_{eq} = 16.88 \text{ MPa}$$

Por lo tanto el factor de seguridad (n) es de:

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{eq}} \quad (\text{Ec. 50})$$

$$n = \frac{250 \text{ MPa}}{16.88 \text{ MPa}}$$

$$n = 14.8$$

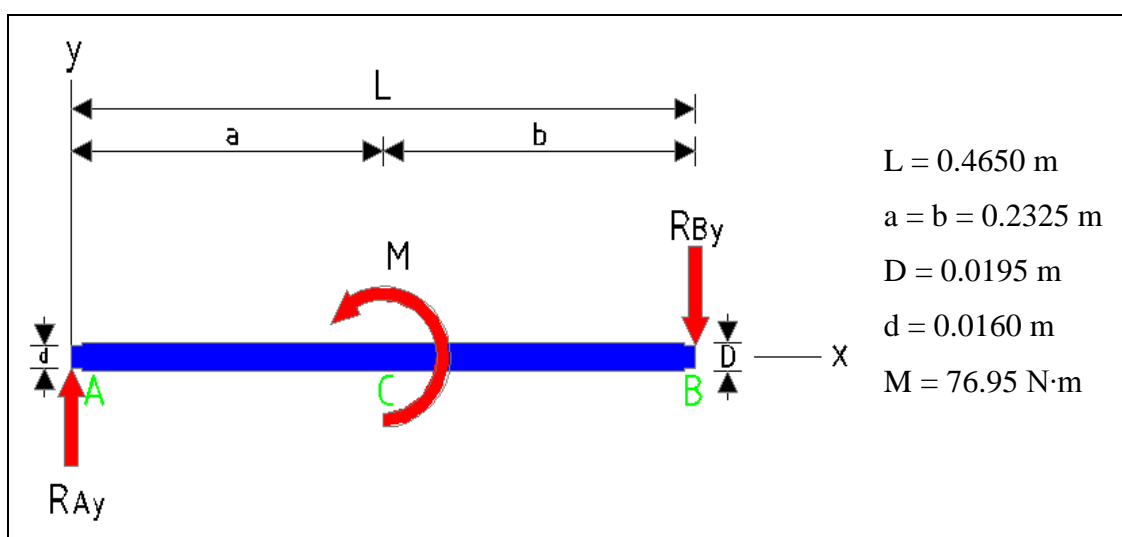
Debido a que la placa tendrá perforaciones para sujeción de los elementos se concluye que el factor de seguridad es óptimo para la construcción de las placas.

3.11. Diseño de ejes guías.

La longitud de los ejes corresponden a los elementos que deberán guiar al momento del avance de corte y los diámetros asumidos para el diseño son las siguientes:

Para el cálculo se aplicará una carga de 270 N correspondiente al peso de los componentes, de forma puntual a la distancia de la placa (0.285m) generando un momento de $M = 76.95 \text{ N} \cdot \text{m}$ analizado en la mitad del eje.

Figura 3-9. Diagrama de fuerzas eje guía



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

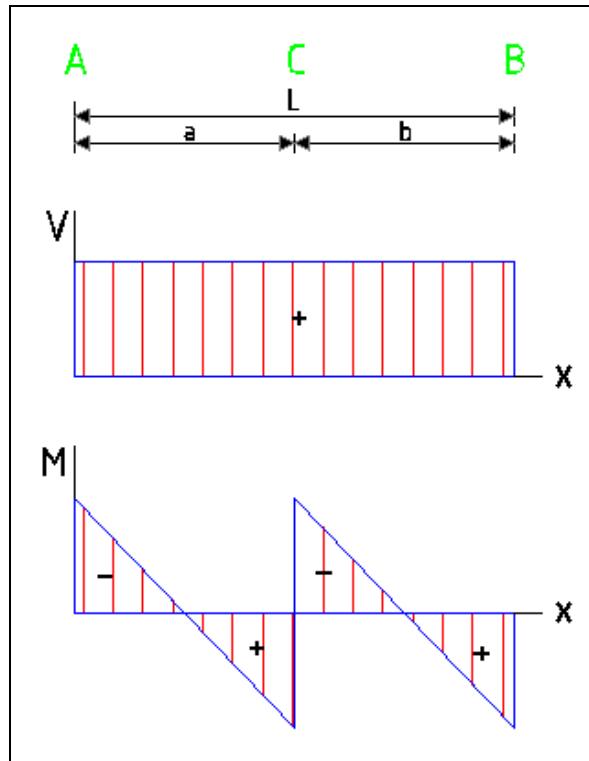
Tabla 3-23. Datos diagrama eje guía

PARÁMETROS	SÍMBOLO	ECUACIÓN	VALOR
Reacciones	$R_{Ay}; R_{By}$	$R_{Ay} = R_{By} = \frac{6M}{L^3} a^2$	248.23 N
Cortante	V	$V = \frac{6M}{L^3} ab$	248.23 N
Momento máximo	M	$M = \frac{Ma}{L} \left(1 - 3\frac{a}{L}\right) + \frac{6M}{L^3} a^2 b$	38.48 N m

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

3.11.1. Diagrama de esfuerzo cortante, momento flector eje guía.

Figura 3-10. Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector eje guía



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Esfuerzo en flexión (σ)

$$\sigma = \frac{32M}{\pi d^3} \quad (\text{Ec. 51})$$

$$\sigma = \frac{32(38.48Nm)}{\pi(0.016m)^3}$$

$$\sigma = 95.68 \text{ MPa}$$

Esfuerzo cortante (τ)

$$\tau = \frac{V}{A} \quad (\text{Ec. 52})$$

$$\tau = \frac{(4)248.23 \text{ N}}{\pi(0.016m)^2}$$

$$\tau = 1.23 \text{ MPa}$$

Al aplicar la teoría de Von Mises

$$\sigma_{eq} = \sqrt{(\sigma)^2 + 3(\tau)^2} \quad (\text{Ec. 53})$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{(95.68 \text{ MPa})^2 + 3(1.23 \text{ MPa})^2}$$

$$\sigma_{eq} = 95.70 \text{ MPa}$$

Por lo tanto el factor de seguridad(n)para el Acero plata:

Estado de suministro (Anexo 1)

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{eq}} \quad (\text{Ec. 54})$$

$$n = \frac{489 \text{ MPa}}{95.70 \text{ MPa}}$$

$$n = 5.1$$

Con tratamiento térmico de templado o revenido

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{eq}} \quad (\text{Ec. 55})$$

$$n = \frac{1252 \text{ MPa}}{95.70 \text{ MPa}}$$

$$n = 13.1$$

Con lo cual se concluye que el factor de seguridad es óptimo para la construcción de los ejes.

3.12. Cilindros neumáticos.

Se seleccionará 2 cilindros uno de corte y uno de avance de doble efecto. El rozamiento del pistón es el 10% de la fuerza calculada. (Creus Solé, 2011)

3.12.1. Cilindro de corte.

La fuerza total que debe tener el cilindro es la sumatoria de la fuerza de rozamiento del pistón y la fuerza del eje interior y eje exterior, la carrera para realizar un giro de 90° en los volantes es de 70 mm.

Tabla 3-24. Datos del cilindro de corte

DATOS DEL CILINDRO DE CORTE					
	Fuerza eje interior	Fuerza eje exterior	Fuerza calculada	Fuerza Total	Carrera
	[N]	[N]	[N]	[N]	[mm]
Cilindro de Corte	61.59	247.96	309.55	343.94	70

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

3.12.2. Cilindro de avance.

Debe mover el conjunto de corte en sentido vertical por lo que deberá tener una fuerza necesaria para levantar este peso.

La fuerza total que debe tener el cilindro es la sumatoria de la fuerza de rozamiento el pistón, el peso de los componentes, resistencia a la compresión de la esponja y la fuerza de rozamiento de los eje guías con los bujes (0.15), la carrera mínima será del espesor de la esponja 230 mm.

Tabla 3-25. Datos del cilindro de avance

DATOS DEL CILINDRO DE AVANCE						
	Peso componentes	Resistencia a la compresión esponja	Fuerza de rozamiento ejes guías	Fuerza calculada	Fuerza Total	Carrera
	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[mm]
Cilindro de avance	270	109.2	56.88	436.08	484.53	230

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

3.12.3. Diámetro de los cilindros.

Para obtener el diámetro de los cilindros se emplea la siguiente ecuación:

$$D = \sqrt{\frac{40 \cdot F_T}{P_{aire} \cdot \pi}} \quad (\text{Ec. 56})$$

Donde:

F_T : Fuerza requerida por el cilindro de corte o avance [N]

P_{aire} : Presión de trabajo [Bar] = 6 bares

D : Diámetro del cilindro [mm]

Diámetro cilindro de corte:

$$D = \sqrt{\frac{40 \cdot 343.94}{6 \cdot \pi}}$$

$$D = 27.01 \text{ mm}$$

Diámetro cilindro de avance:

$$D = \sqrt{\frac{40 \cdot 484.53}{6 \cdot \pi}}$$

$$D = 32.10 \text{ mm}$$

3.12.4. Cilindros seleccionados.

Tabla 3-26. Cilindros seleccionados

CILINDROS SELECCIONADOS					
Cilindro	Ø émbolo [mm]	Ø vástago [mm]	Fuerza de avance [N]	Fuerza de retroceso [N]	Carrera [mm]
Corte	32	10	483.	415	80
Avance	40	12	754	633	250

Fuente: FESTO, 2014

A partir de la fuerza de avance y la carrera del cilindro en el (Anexo 1) se determina el diámetro mínimo del vástago para que no pandee.

Tabla 3-27. Diámetro de los vástagos de los cilindros

CILINDRO	Ø VÁSTAGO MÍNIMO [mm]
Corte	6
Avance	10

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Se determina que los vástagos de los cilindros no pandean.

3.12.5. Consumo de aire.

Es la suma del caudal cilindro de corte, el cilindro de avance y añadido un 30% provocado por las pérdidas en accesorios y futuras ampliaciones.

Para el caso de cilindros de doble efecto está en función de la relación de compresión, área del pistón y carrera por 2, despreciando el volumen del vástago.

Se emplea la siguiente ecuación:

$$Q = 2 \cdot r \cdot A_c \cdot l \cdot n \quad (\text{Ec. 57})$$

Tabla 3-28. Cálculo del caudal de los cilindros

PARÁMETRO	SÍMBOLO	ECUACIÓN	CILINDRO CORTE	CILINDRO AVANCE
Relación de compresión	r	$r = \frac{0.987 + 6 \text{ bar}}{0.987}$	7	7
Área del cilindro	A_c	$A_c = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{D^2(\text{mm})^2}{10.000}$	0.080425	0.125664
Carrera	l	$l = \frac{\text{carrera}(\text{mm})}{100}$	0.8	2.5
Ciclos por minuto	n	n	120	1.33
Caudal	Q	Ec. 37	$108.09 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}}$	$5.85 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}}$

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Tabla 3-29. Consumo de los cilindros

CAUDAL CILINDRO CORTE	CAUDAL CILINDRO AVANCE	FACTOR DE PÉRDIDAS Y AMPLIACIÓN	CAUDAL TOTAL	CAUDAL TOTAL
$108.09 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}}$	$5.85 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}}$	1.3	$148.12 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}}$	$148.12 \frac{\text{lt}}{\text{min}}$

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

3.12.6. Velocidad de los cilindros.

Se obtiene dividiendo el caudal por la sección del cilindro.

Se emplea la siguiente ecuación:

$$Velocidad (v) = \frac{0.987 + P_{aire}}{0.987} \cdot \frac{l \cdot n}{100} \quad (\text{Ec. 58})$$

$$v (\text{cilindro corte}) = \frac{0.987 + 6}{0.987} \cdot \frac{80 \cdot 120}{100}$$

$$v (\text{cilindro corte}) = 679.59 \frac{\text{dm}}{\text{min}}$$

$$v (\text{cilindro corte}) = 1132.65 \frac{\text{mm}}{\text{seg}}$$

$$v (\text{cilindro avance}) = \frac{0.987 + 6}{0.987} \cdot \frac{250 \cdot 1.33}{100}$$

$$v (\text{cilindro avance}) = 23.54 \frac{\text{dm}}{\text{min}}$$

$$v (\text{cilindro avance}) = 39.23 \frac{\text{mm}}{\text{seg}}$$

Con los valores de velocidad obtenidas se ingresa en la gráfica (Anexo 1) para la selección de la válvula.

Tabla 3-30. Velocidad de los cilindros

CILINDRO	VELOCIDAD $\left[\frac{\text{mm}}{\text{seg}}\right]$	VÁLVULA
Corte	1132.65	1/4
Avance	39.23	1/8

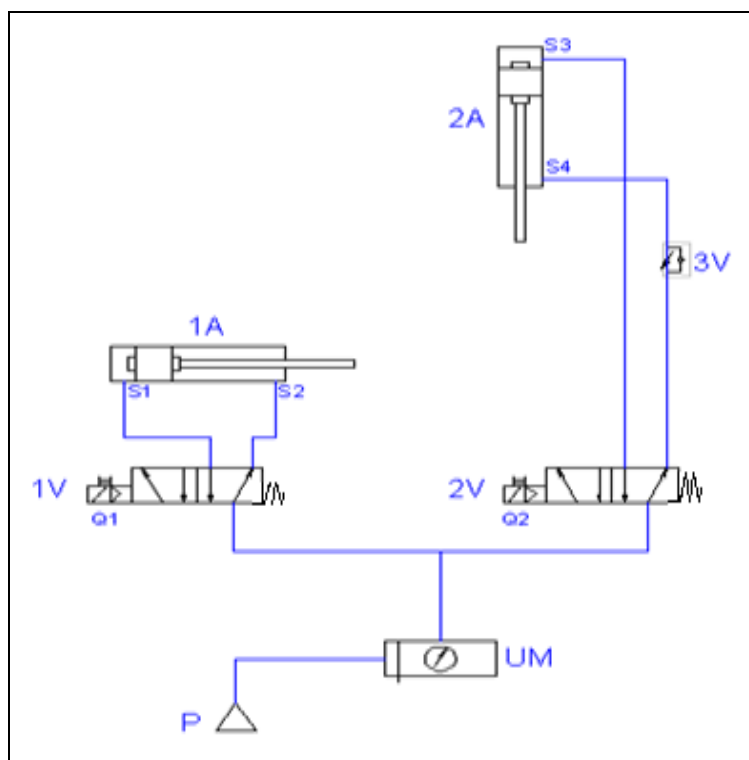
Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Las válvulas que se utilizarán para la máquina depende del mercado nacional, según HYDROCONTROL empresa que distribuye elementos neumáticos, la válvula de 1/8 no es muy comercial por lo que se usará una válvula de 1/4 con reguladora de caudal.

3.12.7. Circuitos y programación del LOGO.

Una vez determinado los elementos neumáticos se realizan los circuitos neumático, eléctrico y la programación del LOGO como se muestra en las figuras 3-11, 3-12 y 3-13. (Anexo 1)

Figura 3-11. Circuito neumático



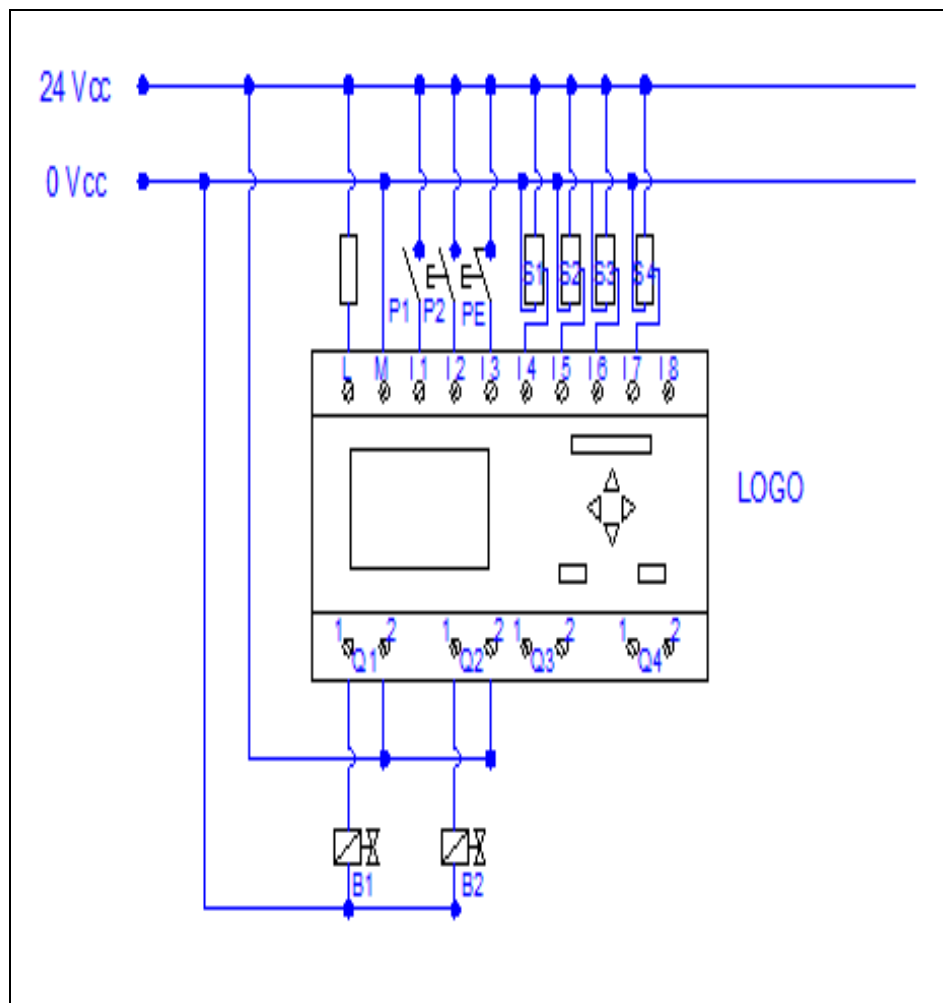
Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Tabla 3-31. Descripción de elementos circuito neumático

CANTIDAD	SÍMBOLO	ELEMENTO
1	1A	Cilindro de doble efecto DSBC-32-80-PPVA-N3
1	2A	Cilindro de doble efecto DSBC-40-250-PPVA-N3
2	1V; 2V	Electroválvulas neumáticas CPE110-M2H-5J-1/4
1	3V	Reguladora de caudal GRLA-1/4-QS-8-D
4	S1; S2;S3;S4	Sensores inductivos ST6
1	UM	Unidad de mantenimiento AS2-AC
1	P	Fuente de aire comprimido

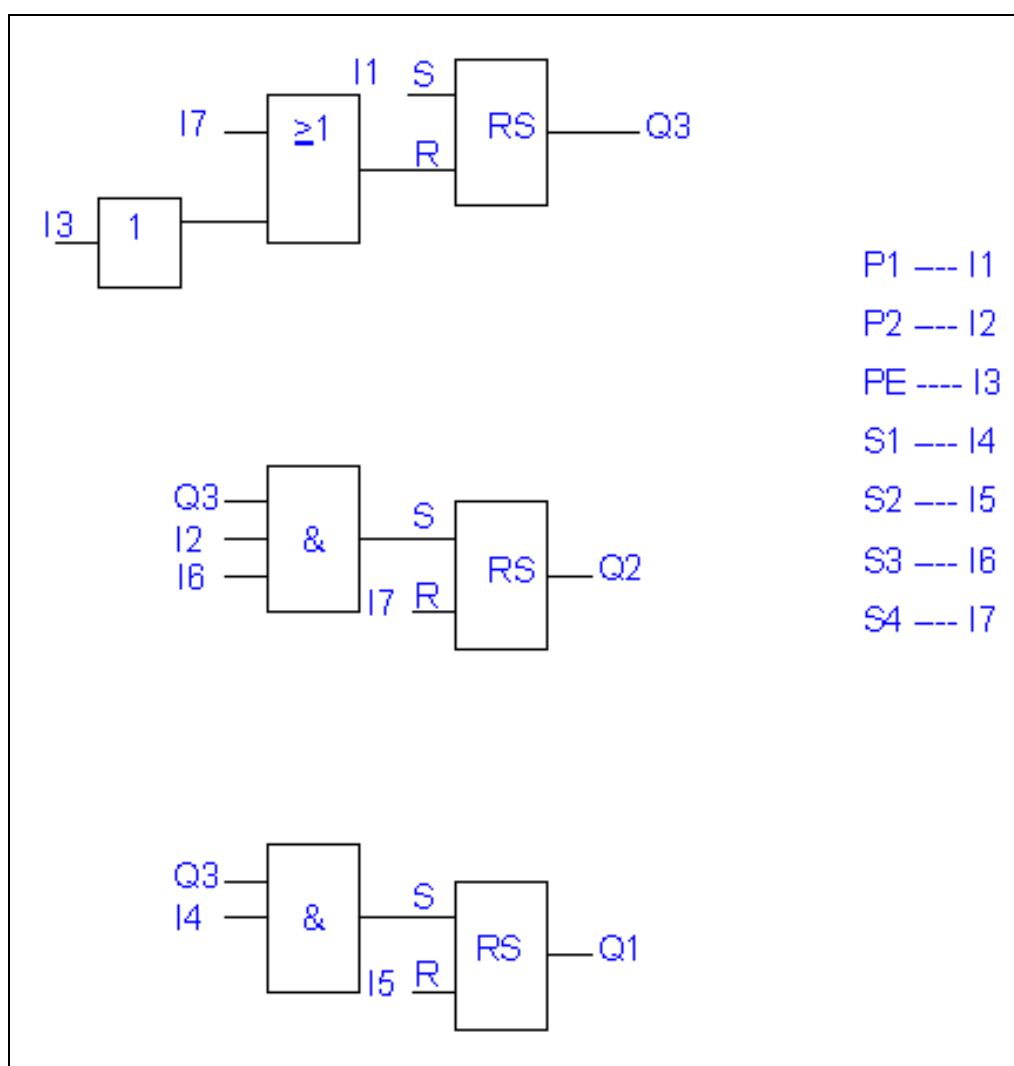
Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Figura 3-12. Circuito eléctrico



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Figura 3-13. Programación LOGO



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Tabla 3-32. Descripción de elementos de la programación LOGO

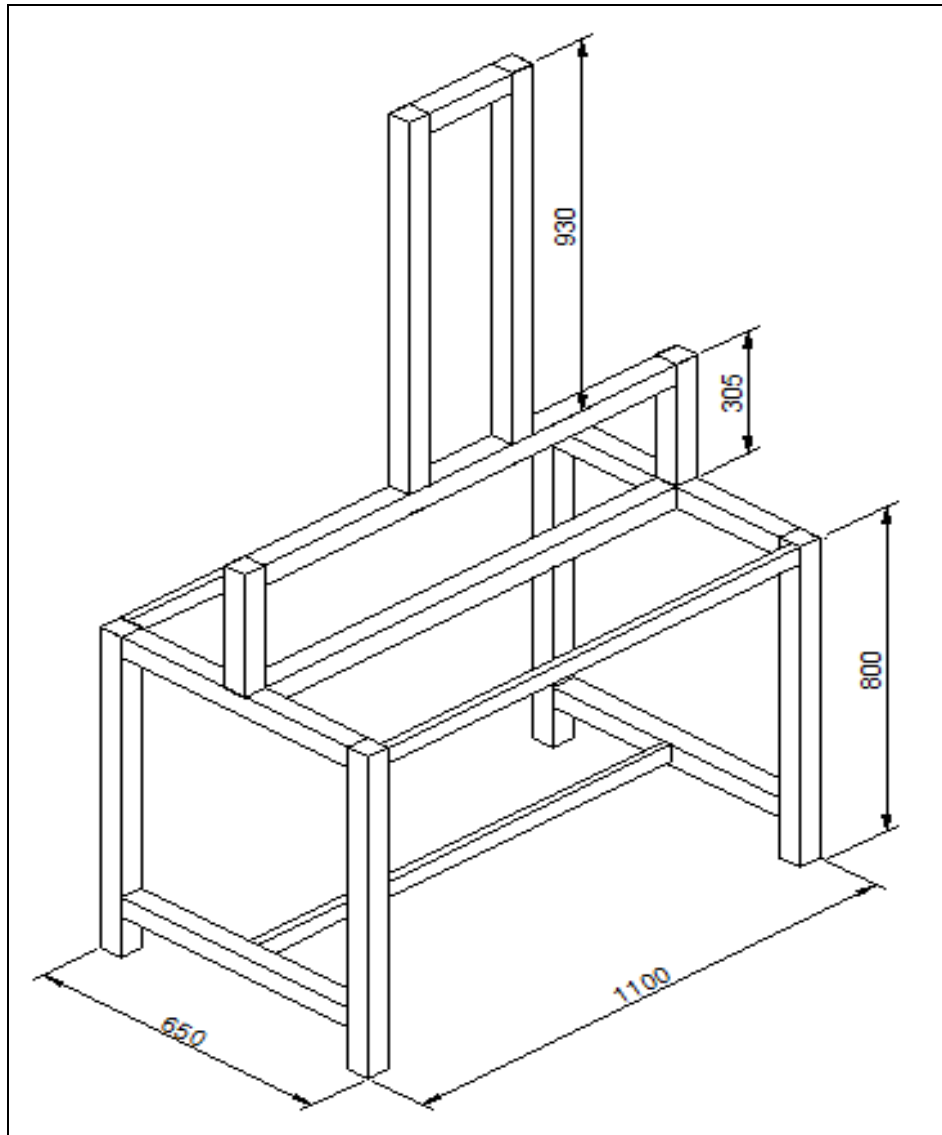
SÍMBOLO	ELEMENTO
P1	Pulsador de corte
P2	Pulsador de avance
P3	Paro de emergencia
I	Entradas
Q	Salidas

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

3.13. Diseño de la estructura.

Teniendo en cuenta las dimensiones de los componentes que conformarán la máquina, es posible diseñar la estructura de soporte de los mismos; las características geométricas de la estructura pueden apreciarse en la figura 3-14.

Figura 3-14. Diseño estructural de la cortadora de esponja vista isométrica



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

3.13.1. Consideraciones iniciales.

Para la fabricación de la estructura de soporte se utilizarán los siguientes perfiles comerciales que se muestran en la tabla 3-33.

Tabla 3-33. Descripción de perfiles para estructura de soporte

TUBO ESTRUCTURAL	DIMENSIONES [mm]	RESISTENCIA A LA FLUENCIA [MPa]
Cuadrado TBC	50 x 50 x 3	180
Rectangular TBR	40 x 20 x 2	180

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

3.13.2. Análisis estático de la estructura.

Se realizó en SolidWorks teniendo en cuenta las siguientes cargas:

3.13.2.1. Peso del conjunto de corte.

Es de valor 270 N este peso es transmitido a la estructura a través de un soporte colocado en su parte superior

3.13.2.2. Peso de la mesa de trabajo.

Se utilizará una plancha de madera de (1100 x 650 x 15) mm para la mesa de trabajo; la masa correspondiente a la plancha es 43 kg y el peso a 421.83 N, este peso es soportado por los miembros ubicados inmediatamente encima de las patas.

3.13.2.3. Sobrecarga.

Debe considerarse que la estructura soporte el peso de 2 operadores cuando se realicen trabajos de mantenimiento; la masa de estos operadores se estima en un total de 150 kg por lo que el valor del peso corresponderá a 1471.5 N.

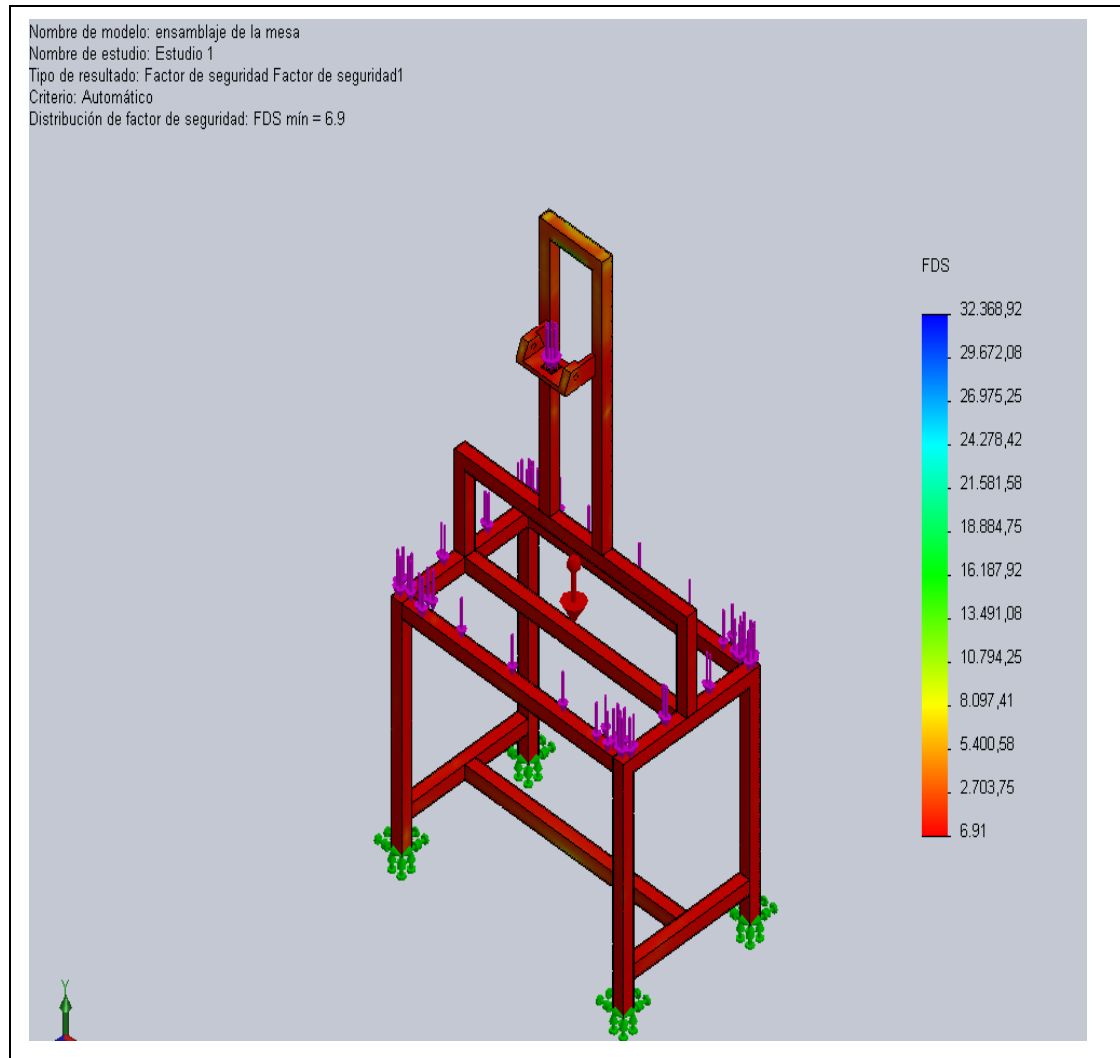
Para efectos de cálculo, se considerará que los operadores estarán soportados por un solo miembros estructural.

3.13.2.4. Peso de la estructura.

El análisis estático en SolidWorks ofrece la ventaja de calcular automáticamente el peso de la estructura una vez que se ha definido su geometría y el material de fabricación.

Todos los datos mencionados son introducidos en SolidWorks y se realiza el análisis estático de la estructura como se muestra en la figura 3-15.

Figura 3-15. Análisis estático de la estructura de soporte



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

El análisis estático de la estructura arrojó un factor de seguridad mínimo de 6.9 por lo que se concluye que el diseño de la estructura es correcto.

CAPÍTULO 4

COSTOS

4.1. Introducción.

Se tomará en cuenta los valores de: materiales e insumos, mano de obra, costos de sistema electro neumático y costos indirectos de fabricación. Las facturas se muestran en el (Anexo 2)

4.1.1. Costos de materiales e insumos.

Este costo directo corresponde a los valores para la adquisición de todos los materiales e insumos que se contemplan en el diseño de la máquina cortadora de rodillos de esponja, y que son los elementos necesarios para que cumpla con la función requerida.

Tabla 4-1. Detalle de costos de materiales e insumos

DETALLE DE COSTOS MATERIA PRIMA					
Ítem	Descripción	Und.	Cant.	V. unitario (USD)	Sub. total (USD)
1	Tubo estructural cuadrado ASTM 500, 50 x 50 x 3 x 6000	Un	2	26.63	53.25
2	Tubo estructural rectangular ASTM 500, 20 x 40 x 2 x 6000	Un	2	12.81	25.62
3	Barra redonda AISI 4340 OD 55 mm	Kg	4,9	3.26	15.97
4	Barra redonda AISI 4340 OD 115 mm	Kg	11,45	3.26	37.33
5	Barra redonda SAE 1018 OD 1 1/2"	Kg	0,6	1.88	1.13
6	Barra redonda SAE 1018 OD 1 3/4"	Kg	0,79	1.87	1.48
7	Barra redonda AISI 4340 OD 20 mm	Kg	3,6	3.39	12.20
8	Plancha de acero ASTM A-36 650 x 200 x 6	Un	2	15	30.00
9	Plancha de acero ASTM A-36 200 x 200 x 16	Un	2	11	22.00

Continuación de la tabla 4-1.

Detalle de Costos Insumos					
10	Chumacera SKFFY 35	Un	1	43.23	43.23
11	Chumacera SKFFY 20	Un	1	22.24	22.24
12	Rodamiento Koyo 62/22	Un	1	9.55	9.55
13	Cabeza de Horquilla SG-M12 x 1,25	Un	1	14.68	14.68
				Subtotal	288.69

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

4.1.2. Costos por mano de obra.

Este rubro corresponde a la mano de obra utilizada para la fabricación de las piezas requeridas para la conformación de los diferentes sistemas que intervienen en la cortadora de esponja, son las horas de taller empleadas, estos valores están referenciados a valores consultados en las empresas que laboran los autores de la tesis en cuestión.

Tabla 4-2. Detalle de costos por mano de obra

DETALLE DE COSTOS					
Ítem	Descripción	Categoría	Horas hombre	Costo x hora (USD)	Sub total (USD)
1	Torneado de eje movimiento cuchilla exterior diámetro 35mm	Tornero / Fresador	16	6	96.00
2	Torneado de eje de movimiento cuchilla interior diámetro 20 mm	Tornero / Fresador	12	6	72.00
3	Fresado de alojamientos para acoples y chaveteas eje diámetro 35 mm	Tornero / Fresador	2	6	12.00
4	Fresado de alojamientos para acoples y chaveteas eje diámetro 20 mm	Tornero / Fresador	2	6	12.00
5	Torneado de excéntricas eje 35 mm	Tornero / Fresador	6	6	36.00

Continuación de la tabla 4-2.

6	Torneado de excéntricas eje 20 mm	Tornero / Fresador	6	6	36.00
7	Fresado de chaveteros en excéntricas eje 35 mm	Tornero / Fresador	2	6	12.00
8	Fresado de chaveteros en excéntricas eje 20 mm	Tornero / Fresador	2	6	12.00
9	Construcción de Chavetas ejes de 35mm y 20 mm	Tornero / Fresador	2	6	12.00
10	Torneado de ejes Guías diámetro 18 mm	Tornero / Fresador	8	6	48.00
11	Mecanizado de bielas para excéntricas de ejes de 35 y 20 mm	Tornero / Fresador	8	6	48.00
12	Fabricación de bases para sistema de corte	Tornero / Fresador	16	6	96.00
13	Fabricación de placa Brida para cilindro de sistema de avance	Tornero / Fresador	4	6	24.00
14	Fabricación de Brida pie para cilindro de sistema de movimiento	Tornero / Fresador	4	6	24.00
15	Fabricación de Estructura metálica	Soldador Estructural	24	4	96.00
16	Pintura de la estructura de la máquina	Pintor	4	4	16.00
17	Automatización de la máquina	Ing. Electrónico	24	20	480.00
				Subtotal	1132.00

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

4.1.3. Costos del sistema electro neumático.

Corresponde al costo de materiales, equipos, diseño y programación del sistema electro neumático que controlara la máquina cortadora de rodillos de esponja. Los precios están referenciados a cotizaciones realizadas a empresas que brindan estos servicios.

Tabla 4-3. Detalle de costos por sistema electro neumático

DETALLE DE COSTOS POR SISTEMA ELECTRO NEUMÁTICO					
Ítem	Descripción	Und.	Cant.	V. unitario (USD)	Sub total (USD)
1	Cilindro doble efecto DSBC 40-250	Un	1	185.03	185.03
2	Cilindro doble efecto DSBC 32-80	Un	1	148.71	148.71
3	Regulador de Caudal GRLA 1/8"	Un	2	23.63	47.26
4	Regulador de Caudal GRLA 1/4"	Un	2	26.20	52.40
5	Electroválvula JMFH 5 1/8"	Un	2	223.36	446.72
6	Inductor de bobina MSFW 110	Un	4	22.14	88.56
7	Caja de enchufe MSSD-F	Un	4	4.45	17.80
8	Racor Recto QS 1/8"	Un	6	2.4	14.40
9	Silenciador UC 1/8"	Un	4	6.2	24.80
10	Sensor Magnético SME 8 K 230	Un	4	54.48	217.92
11	Relé programable LOGO 8 IN	Un	1	200	200.00
				Subtotal	1443.60

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

Tabla 4-4. Valor total de costos directos

VALOR TOTAL COSTOS DIRECTOS		
Ítem	Costos por	Subtotal (USD)
1	Materiales e insumos	288.69
2	Sistema electro neumático	1443.60
3	Mano de obra	1132.00
Total		2864.29

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

4.1.4. Costos indirectos de fabricación.

Son los todos los costos distintos de materiales e insumos, sistema electro neumático y mano de obra de acción directa sobre la fabricación de la cortadora de rodillos de esponja. (Ver tabla 4-5)

Tabla 4-5. Detalle de costos indirectos de fabricación

DETALLE DE COSTOS			
Ítem	Descripción	Cantidad (% Costos Directos)	Sub total (USD)
1	Diseño y supervisión	10 %	286.43
2	Imprevistos	3 %	85.93
Subtotal			372.36

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

4.2. Costos totales.

Los costos totales equivalen a la suma de los costos directos más los costos indirectos, teniendo una equivalencia de tres mil doscientos treinta y seis dólares con sesenta y cinco centavos que sería el valor total para la construcción de la máquina cortadora de rodillos de esponja. (Ver Tabla 4-6)

Tabla 4-6. Detalle de costos totales

COSTO TOTAL		
Ítem	Costos	Subtotal (USD)
1	Directos	2864.29
2	Indirectos	372.36
Total		3236.65

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga

CAPÍTULO 5

RESULTADOS

Los resultados han sido obtenidos experimentalmente con las pruebas de corte realizadas en el equipo. Se muestra fotografías de la máquina y proceso de corte en el (Anexo 3).

Tabla 5-1. Corte con una presión constante 6 bares y tiempo variable de corte

# MEDICIÓN	PRESIÓN [bar]	CICLOS [min]	TIEMPO DE CORTE [seg]	TIEMPO PROMEDIO DE CORTE [seg]	ACABADO SUPERFICIAL DE LA ESPONJA
1	6	120	40	41	Uniforme
2		125	42		Uniforme
3		123	41		Uniforme

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga.

Figura 5-1. Acabado superficial rodillo con presión constante 6 bares



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga.

Tabla 5-2. Corte con una presión constante 4 bares y tiempo variable de corte

# MEDICIÓN	PRESIÓN [bar]	CICLOS [min]	TIEMPO DE CORTE [seg]	TIEMPO PROMEDIO DE CORTE [seg]	ACABADO SUPERFICIAL DE LA ESPONJA
1	4	90	52	52.3	Uniforme
2		100	50		Uniforme
3		95	55		Uniforme

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga.

Figura 5-2. Acabado superficial rodillo de esponja presión constante 4 bares



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga.

Tabla 5-3. Corte con una presión constante 3 bares y tiempo variable de corte

# MEDICIÓN	PRESIÓN [bar]	CICLOS [min]	TIEMPO DE CORTE [seg]	TIEMPO PROMEDIO DE CORTE [seg]	ACABADO SUPERFICIAL DE LA ESPONJA
1	3	65	66	70	Irregular
2		70	71		Irregular
3		72	73		Irregular

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga.

Figura 5-3. Acabado superficial rodillo de esponja presión constante 3 bares



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga.

Tabla 5-4. Corte con un tiempo constante 25 seg y presión variable

# MEDICIÓN	TIEMPO [seg]	CICLOS [min]	PRESIÓN [bar]	PRESIÓN PROMEDIO [bar]	ACABADO SUPERFICIAL DE LA ESPONJA
1	25	120	6	6.5	Uniforme
2		130	7		Uniforme
3		125	6.5		Uniforme

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga.

Figura 5-4. Acabado superficial rodillo con tiempo constante 25 seg



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga.

Tabla 5-5. Corte con un tiempo constante 35 seg y presión variable

# MEDICIÓN	TIEMPO [seg]	CICLOS [min]	PRESIÓN [bar]	PRESIÓN PROMEDIO [bar]	ACABADO SUPERFICIAL DE LA ESPONJA
1	35	80	4	3.5	Irregular
2		75	3		Irregular
3		70	3.5		Irregular

Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga.

Figura 5-5. Acabado superficial rodillo con tiempo constante 35 seg



Elaborado por: Francisco Calahorrano; Eduardo Quinga.

CONCLUSIONES

- El presente proyecto de diseño y construcción de la maquina cortadora de rodillos de esponja cumple con el objetivo planteado, bajo los parámetros funcionales y requerimientos de obtener un producto con un buen acabado superficial.
- De acuerdo a las alternativas mencionadas en el capítulo 2, se concluye que la mejor alternativa del corte de esponja fue que las cuchillas exterior e interior tengan un sentido de giro contrario corte una de la otra, para minimizar el torque que se generaba entre la cuchilla y esponja.
- El diseño del sistema excéntrica - biela es una parte fundamental en el equipo, su diseño así como su constitución fue cuidadosamente analizado para su correcto funcionamiento, ya que si el diseño llegase hacer erróneo no habría podido convertir un movimiento lineal en giratorio ideal para el sistema mecánico de la máquina.
- Mediante las pruebas realizadas se determinó que la máquina tenía una capacidad de producción de rodillos de esponja mayor a la que se planteó al inicio de este proyecto que fue de 40 unidades por hora, ya que cortó una unidad con una presión de 6 bares en un tiempo de 25 segundos, así se concluye que la máquina tiene una capacidad de hasta 60 unidades por hora considerando los tiempos de manipulación de la esponja.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un manual de operaciones que permita la facilidad de uso de la máquina.
- Al montar las cuchillas de corte el operador debe comprobar que estas estén alineadas tanto vertical como horizontalmente en sentido de la mesa de trabajo para tener un corte perfecto.
- Al montar o desmontar las cuchillas tener cuidado con los filos, para evitar cortes y en el proceso no golpear los filos ya que por su espesor se pueden doblar o romper.
- Realizar el anclaje de la máquina con pernos de expansión colocados en los puntos de sujeción que se indican en el plano de la estructura.
- No operar la máquina sin las protecciones del mecanismo de corte para evitar incidentes o accidentes en el operador.
- Realizar cada corte en la esponja con una separación aproximada de 1 cm entre ellos, para poder obtener 72 rodillos de la plancha de esponja (100 x 50) cm.
- Para cortar rodillos de dimensiones diferentes, cambiar solo los acoples de sujeción de las cuchillas y no modificar los ejes.

LISTA DE REFERENCIAS

AMERICAN ARESMA SUPPLIES. (2013). *www.aasuministros.com.mx*. Recuperado el 10 de octubre de 2014, de <http://aasuministros.com.mx/que-es-unachumacera.html>

Antonio Bueno. (s.f.). *www.portaleso.com*. Recuperado el 10 de octubre de 2014, de http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web_neumatica/neumatica_indice.html#indice

APIRO RODAMIENTOS. (s.f.). *www.apiro.com*. Recuperado el 10 de octubre de 2014, de <http://www.apiro.com/apiro/catalogoautocentrante.htm>

Área Tecnología. (febrero de 2014). *www.areatecnologia.com*. Recuperado el 10 de octubre de 2014, de http://www.areatecnologia.com/NEUMATICA_archivos/circuito-neumatico.PNG

BOBO MACHINE. (2004). *foam-spraying.es*. Recuperado el 01 de octubre de 2014, de <http://foam-spraying.es/3-5-1-horizontal-foam-cutting-machine.html>

Budynas, R. G., & Keithy Nisbett, J. (2008). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. México: McGraw-Hill.

Cadersa. (s.f.). *www.cadersa.es*. Recuperado el 10 de octubre de 2014, de <http://www.cadersa.es/Pag72.htm>

CES Salesianos. (2012). *es.slideshare.net*. Recuperado el 10 de octubre de 2014, de <http://es.slideshare.net/JavierPeralta2/rodamientos-11987045>

Creus Solé, A. (2011). *Neumática e hidráulica*. México: Alfaomega Grupo Editor.

Direct Industry. (s.f.). *www.directindustry.es*. Recuperado el 10 de octubre de 2014, de <http://www.directindustry.es/prod/aventics-gmbh/sensores-proximidad-inductivos-antideflagrantes-654-1356601.html>

Euroinnova. (s.f.). *redsocialeducativa.euroinnova.edu.es*. Recuperado el 10 de octubre de 2014, de <http://redsocialeducativa.euroinnova.edu.es/pg/blog/read/358744/chavetas-y-lengetas>

Guillén Salvador, A. (1999). *Aplicaciones industriales de la neumática*. México, D.F.: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, S.A. de C.V.

Haminson Muñoz. (mayo de 2005). *haminson.jimdo.com*. Recuperado el 10 de octubre de 2014, de haminson.jimdo.com/app/download/1962075018/Rodamientos.doc?t...

Hibbeler, R. C. (2006). *Mecánica de materiales*. México: Pearson Educación.

INEN. (1995). *www.normalizacion.gob.ec/*. Recuperado el 01 de octubre de 2014, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2021.1995.pdf>

Junta de Andalucía. (s.f.). *educacionadistancia.juntadeandalucia.es*. Recuperado el 10 de octubre de 2014, de http://educacionadistancia.juntadeandalucia.es/profesorado_taller/pluginfile.php/34372/mod_resource/content/1/Circuitos%20neumaticos.pdf

MecanESO. (2005). *concurso.cnice.mec*. Recuperado el 17 de junio de 2014, de http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_biela-manivela.htm

MecanESO. (2005). *concurso.cnice.mec.es*. Recuperado el 01 de octubre de 2014, de [concurso.cnice.mec.es: http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/operadores/ope_excentrica.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/operadores/ope_excentrica.htm)

MecanESO. (2005). *concurso.cnice.mec.es*. Recuperado el 01 de octubre de 2014, de http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_cremallera-pinon.htm

MecanESO. (2005). *concurso.cnice.mec.es*. Recuperado el 01 de octubre de 2014, de http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/operadores/ope_biela.htm

MecanESO. (2005). *concurso.cnice.mec.es*. Recuperado el 01 de octubre de 2014, de [concurso.cnice.mec.es: http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/operadores/ope_cremallera.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/operadores/ope_cremallera.htm)

MecanESO. (2005). *concurso.cnice.mec.es*. Recuperado el 01 de octubre de 2014, de [concurso.cnice.mec.es: http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/operadores/ope_ruedentada.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/operadores/ope_ruedentada.htm)

Motores y automatizacion. (2012). *www.motoresyautomatizacion.com*. Recuperado el 10 de octubre de 2014, de [www.motoresyautomatizacion.com: http://www.motoresyautomatizacion.com/2012_05_01_archive.html](http://www.motoresyautomatizacion.com/2012_05_01_archive.html)

Mott, R. (2004). *Diseño de elementos de máquinas*. México: McGraw-Hill.

Mott, R. L. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

Recticel. (s.f.). *recticelflexiblefoams.com*. Recuperado el 01 de octubre de 2014, de <http://recticelflexiblefoams.com/es/home/rodillos-y-esponjas-de-espuma-para-pintar>

Shigley, J. E., & Mischke, C. R. (1990). *DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA*. MÉXICO: MCGRAW-HILL.

Solo stocks. (2000). *www.solostocks.com*. Recuperado el 10 de octubre de 2014, de <http://www.solostocks.com/venta-productos/otras-herramientas-productos-ferreteria/tj-422-10yt-interruptor-final-de-carrera-especial-temperatura-200-c-4656085>

Universidad Nacional de Colombia. (2005). *www.virtual.unal.edu.co*. Recuperado el 10 de octubre de 2014, de [www.virtual.unal.edu.co: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/medellin/nivelacion/uv00004/lecciones/unidades/generalidades/vectores/concepto/index12.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/medellin/nivelacion/uv00004/lecciones/unidades/generalidades/vectores/concepto/index12.htm)

Universidad Politécnica de Cataluña. (2002). *upcommons.upc.edu*. Recuperado el 01 de octubre de 2014, de <https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3904/14/34017-14.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Hojas técnicas de materiales y elementos seleccionados

Acero AISI 4140

709-AISI 4140 Acero bonificado para maquinaria



GENERALIDADES: 709 es un acero aleado para construcción de maquinaria, que posee una alta resistencia especialmente en medidas pequeñas y medianas. Como norma, el 709 es suministrado templado y revenido (temple tenaz bonificado), por lo que no se requeriría un tratamiento térmico posterior, a no ser que así lo exija la aplicación y en ese caso, se templaría en aceite para obtener propiedades mecánicas más elevadas.

709 es apropiado para templarse por flama e inducción y susceptible de nitrurar.

ANÁLISIS TÍPICO %

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
709	0.42	0.25	0.75	—	—	1.05	0.20
AISI 4140	0.38-0.43	0.15-0.35	0.75-1.00	<0.035	<0.040	0.80-1.10	0.15-0.25

EQUIVALENCIAS

AISI/SAE	4140
DIN	42CrMo4
W.Nr	1.7225
JIS	SCM4
AFNOR	42CD4

PROPIEDADES MECÁNICAS EN CONDICIÓN DE SUMINISTRO

Resistencia a la Tracción	90-105 Kg/mm ²
Esfuerzo de cedencia	70 kg/mm ²
Elongación, A5	min 12%
Reducción de área, Z	min 50%
Resistencia al impacto, KU	aprox. 25 J
Dureza	275-320 HB

De acuerdo a DIN 17200 resp. SEW 550. Tolerancia
DIN 1013 resp. DIN 7527 / 6

Nota: Estas propiedades mecánicas se garantizan hasta Ø100 mm. Favor consultarnos.

APLICACIONES:

1. Industria automotriz:

- Ejes, bielas, árboles de transmisión, cigüeñales, etc.

2. Maquinaria:

- Engranajes de temple por llama, inducción o nitruración, partes de bombas, ejes de reductores, árboles de turbinas a vapor, tornillería de alta resistencia.

3. Industria petrolera:

- Taladros, brocas, barrenos, cuerpos de escariadores, vástagos de pistón.

TRATAMIENTO TÉRMICO

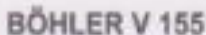

Recocido blando: (680-720 °C): Mantener la temperatura por dos horas. Enfriar en el horno a una velocidad de 15 C/h hasta los 600 °C y luego libremente al aire.

Alivio de tensiones (450-650 °C): El acero templado tenaz deberá ser calentado hasta aproximadamente 50 °C por debajo de la temperatura usada para el revenido (como estándar el 709 es suministrado revenido a 600 °C). Mantenerlo a esa temperatura durante 1/2-2 horas. Enfriar en el horno a 450 °C y luego libremente al aire.

Temple (830-850 °C) con enfriamiento en aceite: El tiempo de mantenimiento en minutos cuando ha alcanzado la temperatura de temple es de 0.7 x espesor o diámetro en mm. Interrumpir el enfriamiento a los 125 °C y revenir inmediatamente.

Revenido (500-700 °C): El tiempo de mantenimiento a la temperatura de revenido podría ser de 1-2 horas luego de

Acero AISI 4340

Tipo de aleación: C 0.34 Si 0.30 Mn 0.50 Cr 1.50 Mo 0.20 Ni 1.50 %

Color de identificación: Blanco - verde
Estado de suministro: Bonificado 800 - 1300 N/mm² (240 - 380 HB)
Acabado: Laminado en caliente

A/S: - 4340
 DIN: 14019Mo6
 No. Mat.: 1.8582

PROPIEDADES:

Acero especial bonificado aleado al cromo - níquel - molibdeno especialmente apto para altas exigencias de resistencia y tenacidad en secciones grandes, como tracción, torsión y flexión. Gracias a su contenido de molibdeno es insensible a la fragilidad del revenido. Su estado de suministro permite en la mayoría de los casos su aplicación sin necesidad de un tratamiento térmico adicional.

EMPLEO:

Para la fabricación de partes y piezas de mayores dimensiones como: aviones, maquinaria pesada, ejes para hélices, cigüeñales, barras de torsión, ejes de leva, ejes de bombas, pernos y tuercas de alta tensión, rodillos para transportadoras, vástagos y pines, brazos de dirección, ciertos engranajes sometidos a grandes esfuerzos, discos de embrague.

TRATAMIENTO TÉRMICO:

Forja:	1050 - 800 °C
Recocido:	650 - 750 °C
Enfriamiento lento en el horno (250 °C/h max.)	
Normalizado:	850 - 880 °C
Diferencializado:	800 °C
Temple:	830 - 880 °C
Enfriamiento al agua, baño de sal (180 - 320 °C)	
Dureza obtenible:	54 - 55 HRC
Revenido:	con el diagrama de revenido las diversas aleaciones
Revenido:	en baño de sal (500 °C)

PROPIEDADES MECÁNICAS

Diámetro mm	Límite de fluencia N/mm ²	Resistencia a la tracción N/mm ²	Elongación N/mm ²			Reducción de área N/mm ²			Resistencia al impacto (200 J) J/cm ²		
			L	Q	T	L	Q	T	L	Q	T
≤ 18	500	1200 - 1400	8	-	-	40	-	-	35	-	-
≤ 18 - ≤ 40	600	1100 - 1300	10	-	-	40	-	-	40	-	-
≤ 40 - ≤ 100	800	1000 - 1200	11	-	-	50	-	-	45	-	-
≤ 100 - ≤ 150	700	900 - 1100	12	-	-	55	-	-	45	-	-
≤ 150 - ≤ 200	600	800 - 950	13	-	-	55	-	-	45	-	-

L: longitudinal
 Q: transversal
 T: tangencial

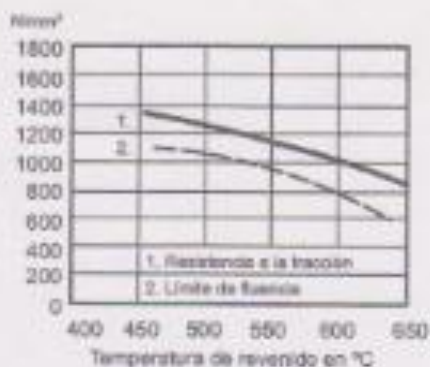
Fuente: ACEROS BÖHLER DEL ECUADOR S.A., 2014

Acero AISI 4340

DIAGRAMA DE BONIFICACIÓN

- 1.- Resistencia a la tracción
- 2.- Límite de fluencia
- 3.- Reducción de área
- 4.- Elongación
- 5.- Resistencia al impacto

Temperatura de temple: 840°C
Sección: ø60 mm



SOLDADURA DE REPARACIÓN

Electrodo recomendado: UTP 641 ó UTP 63

Precauciones:

Con UTP 641

Precalentamiento:
250-300°C de acuerdo al espesor
Post-calentamiento:
recocido a 690°C
Calentamiento:
recocido a 690°C

Con UTP 63

Precalentamiento:
a 120 °C
Después de soldar,
dejar enfriar lentamente.

MEDIDAS EN STOCK:

ACERO	GEOMETRÍA	DIMENSIONES (mm)	PESO / METRO [kg]
V 320	redondo	18.10	2.26
V 320	redondo	20.00	2.48
V 320	redondo	22.20	3.00
V 320	redondo	25.00	3.88
V 320	redondo	28.40	4.50
V 320	redondo	28.00	4.90
V 320	redondo	28.60	5.00
V 320	redondo	29.00	5.22
V 320	redondo	30.00	5.58
V 320	redondo	31.60	6.27
V 320	redondo	33.00	6.36
V 320	redondo	34.00	7.00
V 320	redondo	35.00	7.80
V 320	redondo	38.00	8.90
V 320	redondo	38.10	9.01
V 320	redondo	40.00	9.90
V 320	redondo	41.30	10.88
V 320	redondo	44.50	12.38
V 320	redondo	45.00	12.56
V 320	redondo	51.00	18.14
V 320	redondo	55.00	18.77
V 320	redondo	57.15	20.27
V 320	redondo	60.00	22.34
V 320	redondo	65.00	26.21
V 320	redondo	70.00	30.40
V 320	redondo	75.00	34.90
V 320	redondo	80.00	39.71
V 320	redondo	90.00	50.08
V 320	redondo	100.40	65.06
V 320	redondo	118.00	75.08
V 320	redondo	120.00	86.35
V 320	redondo	127.00	100.57
V 320	redondo	130.00	104.88
V 320	redondo	140.00	121.55
V 320	redondo	150.00	132.90
V 320	redondo	165.00	149.57
V 320	redondo	210.00	272.53

Fuente: ACEROS BÖHLER DEL ECUADOR S.A., 2014

Acero AISI 4340

IVAN BOHMAN C.A.

705-AISI 4340

Acero bonificado para maquinaria



GENERALIDADES: 705 es un acero al molibdeno más cromo y níquel. El molibdeno tiene una solubilidad limitada y es un buen formador de carburos. Ejerce un fuerte efecto sobre la templabilidad y de manera semejante al cromo, aumenta la dureza y resistencia a alta temperatura de los aceros. Menos susceptibles al fragilizado debido al revenido que los demás aceros aleados para maquinaria. Al combinarse con níquel y cromo soporta altas exigencias de resistencia y tenacidad en secciones grandes. Su contenido de níquel le da más templabilidad, lo mismo que la resistencia en caliente.

705 combina alta resistencia mecánica (la mayor del mercado) con buena tenacidad. Este acero en forma standard es suministrado bonificado, por lo que no se requeriría luego un tratamiento térmico, sin embargo, si se desea mejores propiedades, puede ser templado al aceite. Susceptible de temple por inducción y también puede someterse a tratamiento de nitrurado.

ANÁLISIS TÍPICO %

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	V
705	0.36	0.25	0.70	--	--	1.40	1.40	0.20
AISI 4340	0.35-0.40	0.20-0.35	0.60-0.80	0.04	0.04	1.65-2.00	0.70-0.90	0.20-0.30

EQUIVALENCIAS

AISI/SAE	4340
DIN	34CrNiMo6
W.Nr	1.6582
JIS	SNCM1
AFNOR	35NCD6

PROPIEDADES MECÁNICAS EN CONDICIÓN DE SUMINISTRO

Resistencia a la Tracción	90-110 Kg/mm ²
Esfuerzo de cedencia	70 kg/mm ²
Elongación, A5	min 12%
Reducción de área, Z	min 45%
Resistencia al impacto, KU	aprox. 20 J
Dureza	270-330 HB

De acuerdo a DIN 17200 resp. SEW 550. Tolerancia
DIN 1013 resp. DIN 7527 / 6

Nota: Estas propiedades se garantizan hasta Ø250 mm. Medidas mayores, favor consultarnos.

APLICACIONES:

1. Partes de gran resistencia para la industria automotriz, como:

- ejes
- cardanes
- cigüeñales
- ejes de leva
- tornillería de alta resistencia

2. Partes para la construcción de maquinaria de trabajo pesado como:

- árboles para trituradoras
- ejes de transmisión de grandes dimensiones
- engranajes de temple por llama, inducción o nitruración
- barras de torsión

Fuente: IVAN BOHMAN C.A.

Acero AISI 1018

ACERO AISI-SAE 1018 (UNS G10180)

1. Descripción: este acero de bajo - medio carbono tiene buena soldabilidad y ligeramente mejor maquinabilidad que los aceros con grados menores de carbono. Se presenta en condición de calibrado (acabado en frío). Debido a su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para componentes de maquinaria.

2. Normas involucradas: ASTM A 108

3. Propiedades mecánicas: Dureza 128 HB (71 HRb)
Esfuerzo de fluencia 370 MPa (53700 PSI)
Esfuerzo máximo 440 MPa (63800 PSI)
Elongación máxima 15% (en 50 mm)
Reducción de área 40%
Modulo de elasticidad 205 GPa (29700 KSI)
Maquinabilidad 76% (AISI 1212 = 100%)

4. Propiedades físicas: Densidad 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³)

5. Propiedades químicas: 0.15 - 0.20 % C
0.60 - 0.90 % Mn
0.04 % P máx
0.05 % S máx

6. Usos: se utiliza en operaciones de deformación plástica como remachado y extrusión. Se utiliza también en componentes de maquinaria debido a su facilidad para conformarlo y soldarlo. Piezas típicas son los pines, cuñas, remaches, rodillos, piñones, pasadores, tornillos y aplicaciones de lámina

NOTA:

Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumple el material. Tales valores son para orientar a aquella persona que debe diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores estrictamente exactos para su uso en el diseño.

ACERO MAQUINARIA - AISI 1018

Fuente: Sumiteccr. (s.f.). acero AISI 1018. Recuperado el 10 de octubre de 2014, de <http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%201018.pdf>

Acero plata



ARNE=DF2=AISI 01 Acero para trabajo en frío

GENERALIDADES: Acero al manganeso-cromo-tungsteno, templable en aceite para uso general. Apto para una gran variedad de aplicaciones de trabajo en frío. Buena maquinabilidad, estabilidad dimensional en el temple y buena combinación de dureza y tenacidad tras temple y revenido. Suministrado a 190 HB aproximadamente.

ANÁLISIS TÍPICO %

	C	Si	Mn	Cr	W	V
ASSAB DF2	0.90	--	1.20	0.50	0.50	0.10
AISI/SAE 01	0.85-0.95	0.20-0.40	1.00-1.30	0.40-0.60	0.40-0.60	0.20

EQUIVALENCIAS

AISI/SAE	01
DIN	100MnCrW4
W.Nr	1.2510
UNE	F-5220
UDDEHOLM	ARNE

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS A 62 HRC

Temperatura °C	20	200	400
Densidad kg/m ³	7800	7750	7700
Módulo de elasticidad N/mm ²	190000	185000	170000
Coefficiente de dilatación térmica por °C a partir de 20 °C	—	11.7x10 ⁻⁶	11.4x10 ⁻⁶

APLICACIONES:

HERRAMIENTAS PARA:	ESPESOR DE MATERIAL	HRC
Corte:	hasta 3 mm	60-62
Cizallado, punzonado, troquelado, desbastado, tronzado	3-6 mm	54-60
	6-10 mm	54-56
Cizallas para trabajar en frío.		54-60
Herramientas de tronzado y desbarbado para piezas de forja	caliente	58-60
	frío	56-58
Conformado		
Doblar, acuar, embutición profunda, repujado y conformado por estirado.		56-62
Troqueles pequeños de acuar en frío, expulsos, brocas y machos de roscar de tamaño pequeño y mediano.		56-60



Resultados del ensayo de tracción del acero Plata K510 en estado recocido:

Dureza: 220 HB

Resistencia a la Fluencia: 489 Mpa

Resistencia a la tracción: 683 Mpa

Elongación: 13,5%

Resultados del ensayo de tracción del acero Plata K510 con tratamiento térmico de templado y revenido:

Dureza: 38 HRC

Resistencia a la Fluencia: 1252 Mpa

Resistencia a la tracción: 1392 Mpa

Elongación: 3,5%

Saludos

Dante Hermoza Franco

+51 946 055 711

Estudiante de Ing Mecanica

Fuente: IVAN BOHMAN C.A.

Coeficiente de rozamiento

Tabla 7.1 Coeficientes de rozamiento estáticos obtenidos de diferentes fuentes

Elementos en contacto	En seco	Capa delgada de lubricante
Madera – Madera	0,35 - 0,5	
Madera – Metal	0,2 - 0,6	
Cuero – Madera	0,25 - 0,5	
Cuero – Metal	0,3 - 0,6	
Caucho - Hormigón/Asfalto	0,6 - 0,9	
Caucho – Madera	0,5	
Acero - Acero	0,4 - 0,6	0,03 - 0,2
Acero – Bronce	0,35	0,18
Acero – Fundición	0,23	0,13
Fundición – Bronce	0,22	0,08
Fundición - Fundición	0,15	0,065
Acero – Grafito	0,1	
Acero – Teflon [®]	0,05	
Acero – Cloruro de polivinilo	0,5	
Acero – Nylon [®]	0,3	
Acero – Poliestireno	0,5	

Fuente: Cardona & Clos, 2001, P. 167

Factores que modifican el límite de resistencia a la fatiga

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e \quad (6-18)$$

donde k_a = factor de modificación de la condición superficial

k_b = factor de modificación del tamaño

k_c = factor de modificación de la carga

k_d = factor de modificación de la temperatura

k_e = factor de confiabilidad¹³

k_f = factor de modificación de efectos varios

S'_e = límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria

S_e = límite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica de una parte de máquina en la geometría y condición de uso.

Factor de superficie k_a

La superficie de una muestra de viga rotativa está muy pulida y además se le da un pulido final en la dirección axial para eliminar cualquier rayadura circunferencial. El factor de modificación depende de la calidad del acabado de la superficie de la parte y de la resistencia a la tensión. A fin de determinar expresiones cuantitativas para acabados comunes de parte de máquinas (esmerilada, maquinada o estirada en frío, laminada en caliente y forjada), las coordenadas de los puntos de datos se recopilaron nuevamente de una gráfica del límite de resistencia a la fatiga contra la resistencia última a la tensión, a partir de datos recolectados por Lipson y Noll y reproducidos por Horger.¹⁴ Los datos pueden representarse mediante

$$k_a = a S_{ut}^b \quad (6-19)$$

donde S_{ut} es la resistencia mínima a la tensión y los valores de a y b se encuentran en la tabla 6-2.

Tabla 6-2

Parámetros en el factor de la condición superficial de Marin, ecuación (6-19)

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	S_{ut} kpsi	S_{ut} MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

De C. J. Noll y C. Lipson, "Allowable Working Stresses", en *Society for Experimental Stress Analysis*, vol. 3, núm. 2, 1946, p. 29. Reproducida por O. J. Horger (ed.), *Metals Engineering Design ASME Handbook*, McGraw-Hill, Nueva York. Copyright © 1953 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Reproducido con autorización.

Factor de tamaño k_b

El factor de tamaño se evaluó en 133 conjuntos de puntos de datos.¹⁵ Los resultados para flexión y torsión pueden expresarse como


$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ pulg} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases} \quad (6-20)$$

Para carga axial no hay efecto de tamaño, por lo cual

$$k_b = 1 \quad (6-21)$$

Factor de temperatura k_c

Cando se realizan los ensayos de fatiga con carga de flexión rotatoria, axial (empujar y jalar) y de torsión, los límites de resistencia a la fatiga difieren con S_{ut} . Este tema se analiza más adelante en la sección 6-17. Aquí, se especificarán valores medios del factor de carga como

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{flexión} \\ 0.85 & \text{axial} \\ 0.59 & \text{torsión}^{17} \end{cases} \quad (6-26) \quad \text{$$

Factor de temperatura k_d

Cuando las temperaturas de operación son menores que la temperatura ambiente, la fractura frágil es una posibilidad fuerte, por lo que se necesita investigar primero. Cuando las temperaturas de operación son mayores que la temperatura ambiente, primero se debe investigar la fluencia porque la resistencia a ésta disminuye con rapidez con la temperatura; vea la figura 2-9. Cualquier esfuerzo inducirá flujo plástico en un material que opera a temperaturas elevadas, por lo que también se sugiere considerar este factor. Por último, puede ser cierto que no existe límite a la fatiga en el caso de materiales que operan a temperaturas elevadas.

¹⁷ Use esto sólo para la carga por fatiga torsional. Cuando la torsión está combinada con otros esfuerzos, como la flexión, $k_c = 1$ y la carga combinada se maneja usando el esfuerzo de von Mises efectivo como en la sección 5-5.

Nota: Para la torsión pura, la energía de distorsión predice que $(k_c)_{\text{torsión}} = 0.577$.

Tabla 6-4

	Temperatura, °C	S_T/S_{RT}	Temperatura, °F	S_T/S_{RT}
Efecto de la temperatura de operación en la resistencia a la tensión del acero.* (S_T = resistencia a la tensión a la temperatura de operación; S_{RT} = resistencia a la tensión a temperatura ambiente; $0.099 \leq \sigma \leq 0.110$)	20	1.000	70	1.000
	50	1.010	100	1.008
	100	1.020	200	1.020
	150	1.025	300	1.024
	200	1.020	400	1.018
	250	1.000	500	0.995
	300	0.975	600	0.963
	350	0.943	700	0.927
	400	0.900	800	0.872
	450	0.843	900	0.797
	500	0.768	1 000	0.698
	550	0.672	1 100	0.567
	600	0.549		

*Fuente de datos: figura 2-9.

Factor de confiabilidad k_e

El análisis que se presenta aquí es aplicable a la dispersión de datos como la que se muestra en la figura 6-17 donde el límite medio de resistencia a la fatiga es $S'_e/S_{ut} = 0.5$, o como lo da la ecuación (6-8). La mayoría de los datos de resistencia a la fatiga se reportan como valores medios. Los datos que presentaron Haugen y Wirsching¹⁹ muestran desviaciones estándar de la resistencia a la fatiga de menos de 8%. Por lo tanto, el factor de modificación de la confiabilidad aplicable para esto puede escribirse como

$$k_e = 1 - 0.08 z_a \quad (6-29)$$

donde z_a se define mediante la ecuación (20-16) y los valores de cualquier confiabilidad deseada pueden determinarse a partir de la tabla A-10. En la tabla 6-5 se proporcionan los factores de confiabilidad de algunas confiabilidades estándar especificadas.

Para un enfoque más comprensible sobre la confiabilidad, vea la sección 6-17.

¹⁹E. B. Haugen y P. H. Wirsching, "Probabilistic Design", en *Machine Design*, vol. 47, núm. 12, 1975, pp. 10-14.

Tabla 6-5

	Confiabilidad, %	Variación de transformación z_a	Factor de confiabilidad k_e
Factores de confiabilidad k_e correspondientes a 8 desviaciones estándar porcentuales del límite de resistencia a la fatiga	50	0	1.000
	90	1.288	0.897
	95	1.645	0.868
	99	2.326	0.814
	99.9	3.091	0.753
	99.99	3.719	0.702
	99.999	4.265	0.659
	99.9999	4.753	0.620

Factor de efectos varios k_f

Aunque el factor k_f tiene el propósito de tomar en cuenta la reducción del límite de resistencia a la fatiga debida a todos los otros efectos, en verdad significa un recordatorio que estos efectos se deben tomar en cuenta, porque los valores reales de k_f no siempre están disponibles.

Los esfuerzos residuales mejoran el límite de resistencia a la fatiga o lo afectan de manera negativa. En general, si el esfuerzo residual en la superficie de la parte es de compresión, el límite de resistencia a la fatiga mejora. Las fallas por fatiga parecen ser fallas de tensión, o al menos las provoca un esfuerzo de tensión, por lo cual cualquier cosa que reduzca el esfuerzo de tensión también reducirá la posibilidad de una falla por fatiga. Las operaciones como el granallado, el martillado y el laminado en frío acumulan esfuerzos de compresión en la superficie de la parte y mejoran mucho el límite de resistencia a la fatiga. Por supuesto, el material no se debe trabajar hasta agotarlo.

Los límites de la resistencia a la fatiga de partes hechas de placas o barras laminadas o estiradas, así como las partes forjadas, quizá se vean afectadas por las llamadas *características direccionales* de la operación. Por ejemplo, las partes laminadas o estiradas tienen un límite de resistencia a la fatiga en la dirección transversal que puede ser 10 a 20% menor que el límite de resistencia a la fatiga en la dirección longitudinal.

Las partes con endurecimiento superficial fallan en la superficie o en el radio máximo del núcleo, según sea el gradiente de esfuerzos. En la figura 6-19 se muestra la distribución de esfuerzo triangular típica de una barra sometida a tensión o torsión. También se grafican con una línea gruesa en esta figura los límites de resistencia a la fatiga S_e de la capa superficial y del núcleo. En este ejemplo, el límite de resistencia a la fatiga del núcleo domina el diseño porque en la figura se observa que el esfuerzo σ o τ , o cualquiera que se aplique en el radio exterior del núcleo, resulta mucho mayor que el límite de resistencia a la fatiga del núcleo.

6-10 Concentración del esfuerzo y sensibilidad a la muesca

En la sección 3-13 se puntualizó que la existencia de irregularidades o discontinuidades, como orificios, ranuras o muescas incrementa de manera significativa los esfuerzos teóricos en la vecindad inmediata de la discontinuidad. La ecuación (3-48) definió un factor de concentración del esfuerzo K_t (o K_σ), que se usa con el esfuerzo nominal para obtener el esfuerzo máximo resultante debido a la irregularidad o defecto. De aquí que algunos materiales no sean completamente sensibles a la presencia de muescas y, por lo tanto, para ellos puede usarse un valor reducido de K_t . En el caso de estos materiales, el esfuerzo máximo es, en realidad,

$$\sigma_{\max} = K_f \sigma_0 \quad \text{o bien} \quad \tau_{\max} = K_f \tau_0 \quad (6-30)$$

donde K_f es un valor reducido de K_t y σ_0 es el esfuerzo nominal. El factor K_f se llama comúnmente *factor de concentración del esfuerzo por fatiga*, y a eso se debe el subíndice f . Entonces, es conveniente pensar en K_f como un factor de concentración del esfuerzo reducido de K_t debido a la disminución de la sensibilidad a la muesca. El factor resultante se define mediante la ecuación

$$K_f = \frac{\text{esfuerzo máximo en la pieza de prueba con muesca}}{\text{esfuerzo en la pieza de prueba sin muesca}} \quad (a)$$

La sensibilidad a la muesca, q , está definida por

$$q = \frac{K_f - 1}{K_t - 1} \quad \text{o bien} \quad q_{\text{cortante}} = \frac{K_{fs} - 1}{K_{ts} - 1} \quad (6-31)$$

donde q se encuentra usualmente entre cero y la unidad. La ecuación (6-31) muestra que si $q = 0$, entonces $K_f = 1$, y el material no tiene ninguna sensibilidad a la muesca. Por otro lado, si $q = 1$, entonces $K_f = K_t$ y el material tiene sensibilidad total a la muesca. En el trabajo de análisis o diseño, primero encuentre K_t , a partir de la geometría de la parte. Después, especifique el material, encuentre q , y despeje para K_f de la ecuación

$$K_f = 1 + q(K_t - 1) \quad \text{o bien} \quad K_{fs} = 1 + q_{\text{cortante}}(K_{ts} - 1) \quad (6-32)$$

En el caso de los aceros y las aleaciones de aluminio 2024, use la figura 6-20 para encontrar q de la carga de flexión y axial. Para la carga cortante, use la figura 6-21. Si emplea estas gráficas es bueno saber que los ensayos reales, de los cuales se obtuvieron estas curvas, pre-

6-10 Concentración del esfuerzo y sensibilidad a la muesca

En la sección 3-13 se puntualizó que la existencia de irregularidades o discontinuidades, como orificios, ranuras o muescas incrementa de manera significativa los esfuerzos teóricos en la vecindad inmediata de la discontinuidad. La ecuación (3-48) definió un factor de concentración del esfuerzo K_t (o K_b), que se usa con el esfuerzo nominal para obtener el esfuerzo máximo resultante debido a la irregularidad o defecto. De aquí que algunos materiales no sean completamente sensibles a la presencia de muescas y, por lo tanto, para ellos puede usarse un valor reducido de K_t . En el caso de estos materiales, el esfuerzo máximo es, en realidad,

$$\sigma_{\max} = K_f \sigma_0 \quad \text{o bien} \quad \tau_{\max} = K_f \tau_0 \quad (6-30)$$

donde K_f es un valor reducido de K_t y σ_0 es el esfuerzo nominal. El factor K_f se llama comúnmente *factor de concentración del esfuerzo por fatiga*, y a eso se debe el subíndice f . Entonces, es conveniente pensar en K_f como un factor de concentración del esfuerzo reducido de K_t debido a la disminución de la sensibilidad a la muesca. El factor resultante se define mediante la ecuación

$$K_f = \frac{\text{esfuerzo máximo en la pieza de prueba con muesca}}{\text{esfuerzo en la pieza de prueba sin muesca}} \quad (a) \quad (6-31)$$

La *sensibilidad a la muesca*, q , está definida por

$$q = \frac{K_f - 1}{K_t - 1} \quad \text{o bien} \quad q_{\text{cortante}} = \frac{K_{fs} - 1}{K_{ts} - 1} \quad (6-31)$$

donde q se encuentra usualmente entre cero y la unidad. La ecuación (6-31) muestra que si $q = 0$, entonces $K_f = 1$, y el material no tiene ninguna sensibilidad a la muesca. Por otro lado, si $q = 1$, entonces $K_f = K_t$ y el material tiene sensibilidad total a la muesca. En el trabajo de análisis o diseño, primero encuentre K_t a partir de la geometría de la parte. Después, especifique el material, encuentre q , y despeje para K_f de la ecuación

$$K_f = 1 + q(K_t - 1) \quad \text{o bien} \quad K_{fs} = 1 + q_{\text{cortante}}(K_{ts} - 1) \quad (6-32)$$

En el caso de los aceros y las aleaciones de aluminio 2024, use la figura 6-20 para encontrar q de la carga de flexión y axial. Para la carga cortante, use la figura 6-21. Si emplea estas gráficas es bueno saber que los ensayos reales, de los cuales se obtuvieron estas curvas, pre-

Figura 6-20

Sensibilidad a la muesca en el caso de aceros y aleaciones de aluminio forjado UNS A92024-T, sometidos a flexión inversa de cargas axiales inversas. Para radios de muesca más grandes, use los valores de q correspondientes a la ordenada $r = .16$ pulg (4 mm). [De George Sines y J. L. Waisman (eds.), *Metal Fatigue*, McGraw-Hill. Nueva York, Copyright © 1969 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Reproducido con autorización.]

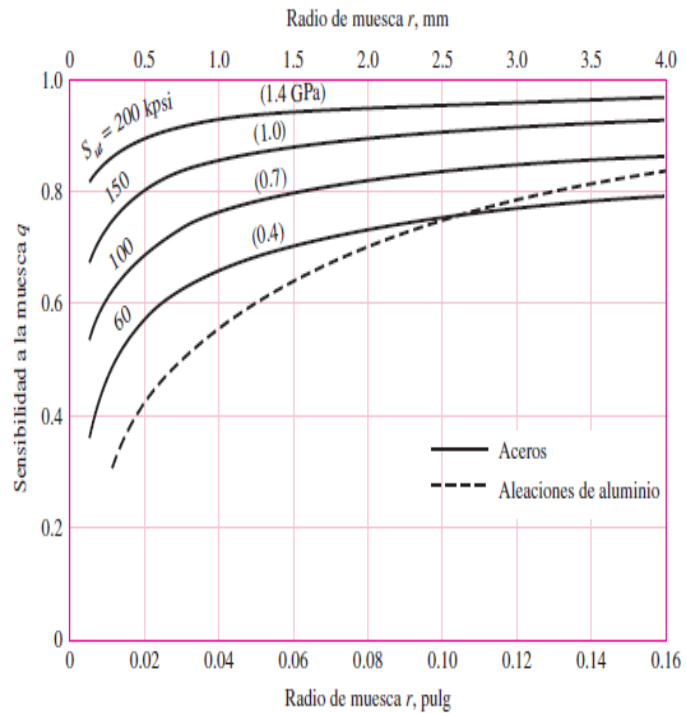


Figura 6-21

Sensibilidad a la muesca de materiales sometidos a torsión inversa. En el caso de radios de muesca más grandes, use los valores de q_{cortante} correspondientes a la ordenada $r = 0.16$ pulg (4 mm).

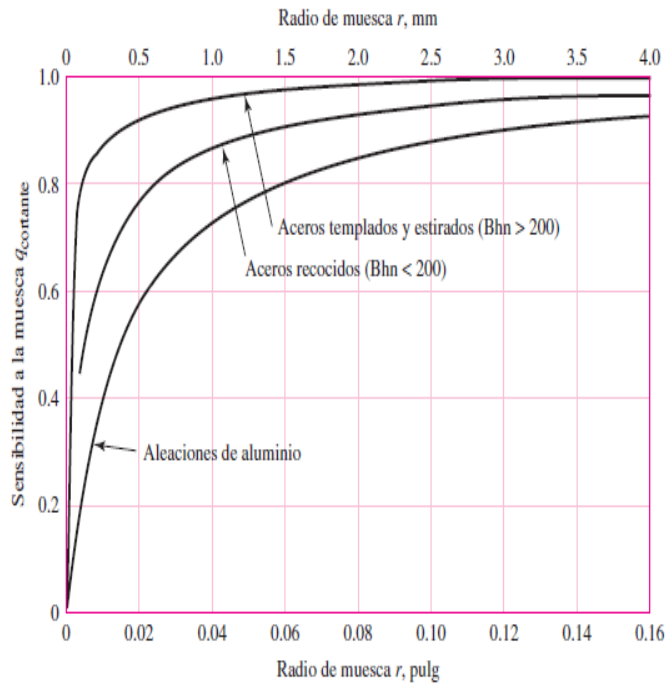


Figura A-15-8

Eje redondo con filete en el hombro en torsión. $\tau_0 = Tc/J$, donde $c = d/2$ y $J = \pi d^4/32$.

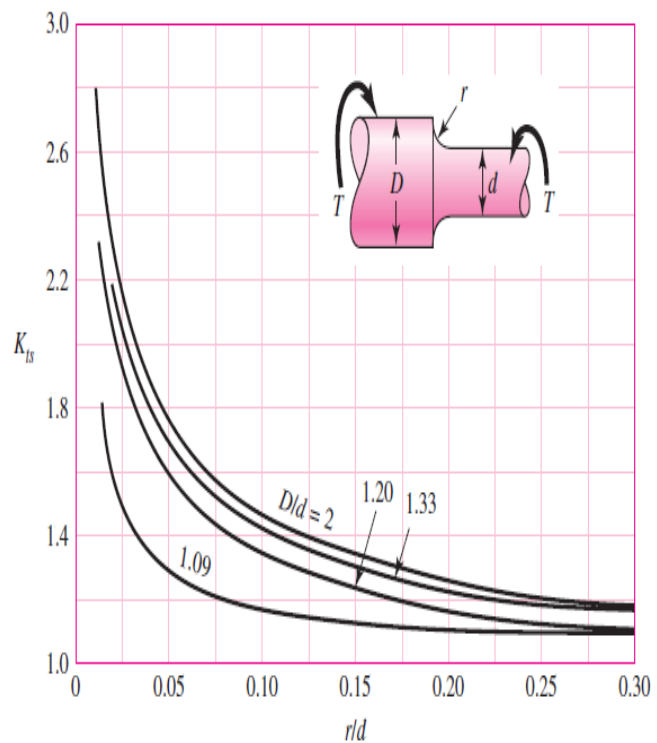
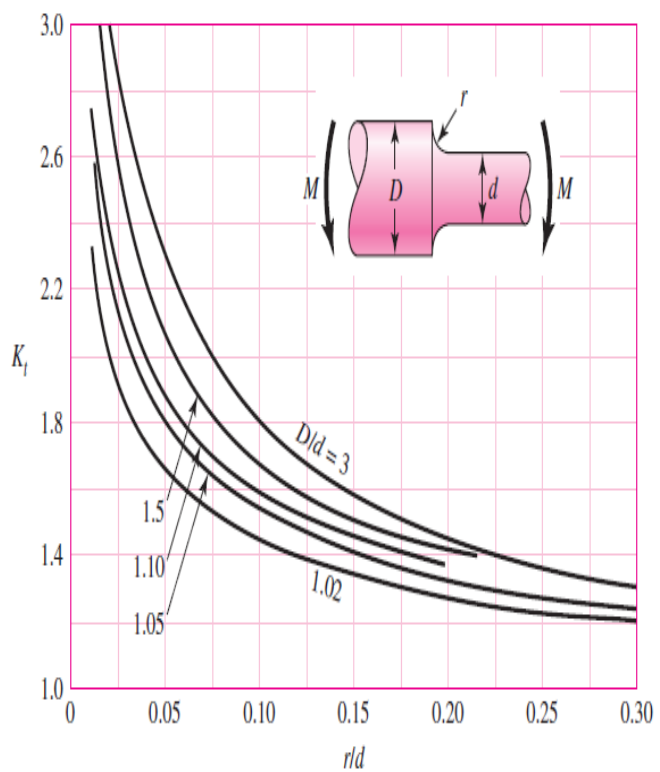


Figura A-15-9

Eje redondo con filete en el hombro en flexión. $\sigma_0 = Mc/I$, donde $c = d/2$ y $I = \pi d^4/64$.



EJEMPLO 7-6

Un eje de acero UNS G10350, tratado térmicamente con una resistencia a la fluencia mínima de 75 kpsi, tiene un diámetro de $1\frac{7}{16}$ pulg. El eje gira a 600 rpm y transmite 40 hp a través de un engrane. Seleccione la cuña apropiada para el engrane.

Solución

Se elige una cuña cuadrada de $\frac{3}{8}$ pulg usando acero UNS G10200 estirado en frío. El diseño se debe basar en resistencia a la fluencia de 65 kpsi. Como no se conoce con exactitud la naturaleza de la carga, se empleará un factor de seguridad de 2.80.

El par de torsión se obtiene mediante la ecuación de la potencia

$$T = \frac{63\,025H}{n} = \frac{(63\,025)(40)}{600} = 4\,200 \text{ lbf} \cdot \text{pulg}$$

A partir de la figura 7-19, la fuerza F en la superficie del eje es

$$F = \frac{T}{r} = \frac{4\,200}{1.4375/2} = 5\,850 \text{ lbf}$$

Mediante la teoría de la energía de distorsión, la resistencia al cortante es

$$S_{sy} = 0.577S_y = (0.577)(65) = 37.5 \text{ kpsi}$$

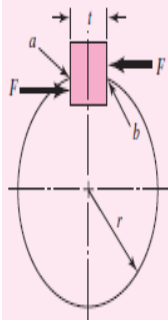


Figura 7-19

La falla por cortante a lo largo del área ab creará un esfuerzo de $\tau = F/tl$. Sustituyendo τ por la resistencia dividida entre el factor de seguridad, se tiene

$$\frac{S_{sy}}{n} = \frac{F}{tl} \quad \text{o bien} \quad \frac{37.5(10)^3}{2.80} = \frac{5\,850}{0.375l}$$

o $l = 1.16$ pulg. Para resistir el aplastamiento, se utiliza el área de la mitad de la cara de la cuña:

$$\frac{S_y}{n} = \frac{F}{tl/2} \quad \text{o bien} \quad \frac{65(10)^3}{2.80} = \frac{5\,850}{0.375l/2}$$

y $l = 1.34$ pulg. Por estabilidad, por lo general la longitud de la maza de un engrane es mayor que el diámetro del eje. Si la cuña de este ejemplo tuviera una longitud igual a la de la maza, tendría por consiguiente una resistencia amplia, puesto que quizás sería de $1\frac{7}{16}$ pulg o mayor.

una vida progresiva del rodamiento.

Para comprender la capacidad de carga dinámica básica, primero es necesario describir el concepto de la duración (o *vida*) útil de un rodamiento. La fatiga se presenta después de un gran número de ciclos de carga; para un rodamiento, eso representa un gran número de revoluciones. También, la fatiga es un fenómeno estadístico, con una apreciable dispersión de la duración real de un grupo de rodamientos, para determinado diseño. La duración nominal es la forma normal de presentar los resultados de muchas pruebas de rodamientos con determinado diseño. Representa la duración que podría alcanzar el 90% de los rodamientos con determinada carga nominal. Observe que también representa la duración que no alcanzaría el 10% de los rodamientos. En consecuencia, la duración nominal es designada *duración* L_{10} a la carga nominal.

Ahora se puede definir la capacidad de *carga dinámica básica* como la carga con la cual pueden funcionar los rodamientos para alcanzar una duración nominal (L_{10}) de un millón de revoluciones (rev). Así, el fabricante proporciona un conjunto de datos donde se relacionan la carga y la duración. Se puede emplear la ecuación (14-1) para calcular la duración esperada con cualquier otra carga.

Los fabricantes usan otras bases para determinar la du-

Problema modelo 14-1 En un catálogo aparece la capacidad de carga dinámica para un rodamiento de bolas, como 7050 lb para una duración nominal de un millón de revoluciones. ¿Cuál sería la duración esperada L_{10} del rodamiento, si se sometiera a una carga de 3500 lb?

Solución En la ecuación (14-1),

$$P_1 = C = 7050 \text{ lb} \quad (\text{capacidad de carga dinámica básica})$$

$$P_2 = P_d = 3500 \text{ lb} \quad (\text{carga de diseño})$$

$$L_1 = 10^6 \text{ rev} \quad (\text{Duración } L_{10} \text{ con la carga } C)$$

$$k = 3 \quad (\text{rodamiento de bolas})$$

Entonces, si la duración L_2 es la *duración de diseño*, L_d , con la carga de diseño,

$$L_2 = L_d = L_1 \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^k = 10^6 \left(\frac{7050}{3500} \right)^{3.00} = 8.17 \times 10^6 \text{ rev}$$

Esto se debe interpretar como la duración L_{10} con una carga de 3500 lb.

Chumacera eje interior

Colombia, Ecuador y Centro América

Cambiar país

MI SKF - Iniciar sesión

Contacto

Buscar en este sitio web

Buscar

PRODUCTOS

SERVICIOS

SOLUCIONES PARA LA INDUSTRIA

KNOWLEDGE CENTRE

NOTICIAS Y PRENSA

EMPLEO

NUESTRA EMPRESA

Colombia

Productos

Rodamientos, ...

Unidades...

Unidades de rodamientos...

Soportes de brida con rodamientos Y

Soportes de brida cuadrados con rodamientos Y, soportes de fundición, con prisioneros

Productos

Rodamientos, unidades y soportes

Unidades de rodamientos

Unidades de rodamientos de bolas - general

Soportes de brida con rodamientos Y

Tablas de productos

Diseños

Dimensiones

Tolerancias

Juego interno

Desalineación permisible

Materiales

Capacidad de carga de los soportes

Tapas laterales

Lubricación

Montaje

Soportes de brida cuadrados con rodamientos Y, soportes de fundición, con prisioneros

Cálculo

Modelo CAD

Vista en 3D

Exportar en formato PDF

Imprimir

Contacto

Buscar un distribuidor

Sistema imperial

Sistema métrico

Ver tabla completa

Dimensiones principales

Capacidades de carga básica

Referencias

d

A₁

J

L

T

C

C₀

Unidad de rodamientos

Soporte

Rodamiento

mm

20

29,5

63,5

86

37,3

kN

12,7

6,55

-

FY 20 TF

FY 504 M

YAR 204-2F

B₄ 4,5

A₁ 29,5

A₂ 11

3,2 H14 (mm)

H11 68,3

D_a

B 31

d 20

G 10 mm

G 3/8 in

T 37,3

J 63,5

L 86

Prisionero

Par de apriete recomendado [Nm]

Tamaño de la llave hexagonal [mm]

Tapa lateral

A₃ 18,5

N 11,5

M6x0.75

3

ECY 204

IMPRIMIR ESTA PÁGINA

COMPARTIR

FUENTES RSS

AYUDA SOBRE ACCESIBILIDAD

CELULAR

TIENDA DE APLICACIONES

GOOGLE PLAY

Buscar en este sitio web

Mi SKF

Iniciar sesión

Regístrate aquí

¿Ha olvidado su contraseña?

Carro de la compra

¿En qué podemos ayudarlo?

Me gustaría saber...

Usted está aquí

Colombia, Ecuador y Centro América

Elegir país

Siguir a SKF

Facebook

LinkedIn

YouTube

Productos

Sistemas de actuación

Rodamientos, unidades y soportes

Monitorización de estado

Sistemas de acoplamiento

Soluciones de lubricación

Movimiento lineal

Sistemas magnéticos

Productos de mantenimiento

Transmisión de potencia

Obturaciones

Equipos de prueba y medición

Recambios de automoción

Servicios

Servicios de gestión de activos

Consultoría corporativa

Formación para clientes

Gestión de energía y sostenibilidad

Consultoría sobre ingeniería

Logística

Mantenimiento mecánico

Servicios de refabricación y mantenimiento

Monitorización remota y diagnóstico

Contratación de servicios

Soluciones industriales

Industria aeroespacial

Agricultura

Vehículos y camiones ligeros

Compresores

Construcción

Motores eléctricos

Alimentación y bebidas

Electrodomésticos

Ventiladores industriales

Bombas industriales

Transmisiones industriales

Máquina herramienta

Industria naval

Manipulación de materiales

Sector médico y sanitario

Metales

Minería y procesamiento de minerales

Petróleo y gas

Herramientas eléctricas portátiles

Industria papelera

Competición

Mostrar más

Nuestra Empresa

La empresa del conocimiento Industrial

El compromiso de SKF

Dedicación al negocio

Cuidado del medio ambiente

Dedicación a los empleados

Dedicación a la comunidad

Mostrar más

Empleo

Ofertas de empleo

Profesional

Licenciados

Estudiantes

Qué hacemos

La vida en SKF

Noticias y multimedia

Búsqueda de noticias

Búsqueda de eventos

Actualidad

Revista Evolution

Descargas multimedia

Contactos de prensa

Relaciones con los inversores

SKF

© DERECHOS DE AUTOR

TÉRMINOS Y CONDICIONES

POLÍTICA DE PRIVACIDAD

PROPIEDAD DEL SITIO

COOKIES

CONDICIONES GENERALES DE VENTA

Fuente: SKF, 2014

Chumacera eje exterior

Colombia, Ecuador y Centro América

Cambiar país

Mi SKF - Iniciar sesión
Contacto

Colombia

Productos

Rodamientos, ...

Unidades...

Unidades de rodamientos...

Soportes de brida con rodamientos Y

Soportes de brida cuadrados con rodamientos Y, soportes de fundición, con prisioneros

PRODUCTOS

SERVICIOS

SOLUCIONES PARA LA INDUSTRIA

KNOWLEDGE CENTRE

NOTICIAS Y PRENSA

EMPLEO

NUESTRA EMPRESA

Productos

Rodamientos, unidades y soportes

Unidades de rodamientos

Unidades de rodamientos de bolas - general

Soportes de brida con rodamientos Y

Tablas de productos

Diseños

Dimensiones

Tolerancias

Juego interno

Desalineación permisible

Materiales

Capacidad de carga de los soportes

Tapas laterales

Lubricación

Montaje

Soportes de brida cuadrados con rodamientos Y, soportes de fundición, con prisioneros

Cálculo

Modelo CAD

Vista en 3D

Exportar en formato PDF

Imprimir

Contacto

Buscar un distribuidor

Sistema Imperial

Sistema métrico

Ver tabla completa

Dimensiones principales					Capacidades de carga básica		Referencias		
d	A ₁	J	L	T	dinámica C	estática C ₀	Unidad de rodamientos	Soporte	Rodamiento
mm					kN				
35	34,5	92	118	46,4	25,5	15,3	FY 35 TF	FY 507 M	YAR 207-2F

Prisionero

Par de apriete recomendado [Nm]

Tamaño de la llave hexagonal [mm]

Tapa lateral

M6x0.75

-

3

ECY 207

IMPRIMIR ESTA PÁGINA

COMPARTIR

FUENTES RSS

AYUDA SOBRE ACCESIBILIDAD

CELULAR

TIENDA DE APLICACIONES

GOOGLE PLAY

Buscar en este sitio web

Mi SKF

Iniciar sesión

Regístrate aquí

¿Ha olvidado su contraseña?

Carro de la compra

¿En qué podemos ayudarlo?

Me gustaría saber...

Usted está aquí

Colombia, Ecuador y Centro América

Elegir país

Seguir a SKF

Facebook

LinkedIn

YouTube

Productos

Sistemas de actuación

Rodamientos, unidades y soportes

Monitorización de estado

Sistemas de acoplamiento

Soluciones de lubricación

Movimiento lineal

Sistemas magnéticos

Productos de mantenimiento

Transmisión de potencia

Obturaciones

Equipos de prueba y medición

Recambios de automoción

Servicios

Servicios de gestión de activos

Consultoría corporativa

Formación para clientes

Gestión de energía y sostenibilidad

Consultoría sobre ingeniería

Logística

Mantenimiento mecánico

Servicios de refabricación y mantenimiento

Monitorización remota y diagnóstico

Contratación de servicios

Soluciones industriales

Industria aeroespacial

Agricultura

Vehículos y camiones ligeros

Compresores

Construcción

Motores eléctricos

Alimentación y bebidas

Electrodomésticos

Ventiladores industriales

Bombas industriales

Transmisiones industriales

Máquina herramienta

Industria naval

Manipulación de materiales

Sector médico y sanitario

Metales

Minería y procesamiento de minerales

Petróleo y gas

Herramientas eléctricas portátiles

Industria papelera

Competición

Mostrar más

Nuestra Empresa

La empresa del conocimiento industrial

El compromiso de SKF

Dedicación al negocio

Cuidado del medio ambiente

Dedicación a los empleados

Dedicación a la comunidad

Mostrar más

Empleo

Ofertas de empleo

Profesional

Licenciados

Estudiantes

Qué hacemos

La vida en SKF

Noticias y multimedia

Búsqueda de noticias

Búsqueda de eventos

Actualidad

Revista Evolution

Descargas multimedia

Contactos de prensa

Relaciones con los inversores

SKF

© DERECHOS DE AUTOR

TÉRMINOS Y CONDICIONES

POLÍTICA DE PRIVACIDAD

PROPIEDAD DEL SITIO

COOKIES

CONDICIONES GENERALES DE VENTA

Fuente: SKF, 2014

Rodamiento

Colombia, Ecuador y Centro América
Cambiar país

Mi SKF - Iniciar sesión
Contacto

Buscar en este sitio web
+ Buscar

PRODUCTOS
SERVICIOS
SOLUCIONES PARA LA INDUSTRIA
KNOWLEDGE CENTRE
NOTICIAS Y PRENSA
EMPLEO
NUESTRA EMPRESA

Colombia
Productos
Rodamientos, unidades y soportes
Rodamientos de bolas
Deep groove ball bearings
Single row deep groove ball bearings
Deep groove ball bearings, single row

Productos

Rodamientos, unidades y soportes

Rodamientos de bolas

Deep groove ball bearings

Single row deep groove ball bearings

Deep groove ball bearings, single row

Tolerances: Normal (metric), Normal (inch)

Radial internal clearance: Single bearings, Matched bearing pairs

Recommended fits

Shaft and housing tolerances and fits

Cálculo	Modelo CAD	Vista en 3D	Exportar en formato PDF	Imprimir
Contacto	Buscar un distribuidor	Sistema Imperial	Sistema métrico	Ver tabla completa

Tablas de productos

- Cages
- Sealing solutions
- Bearings with a snap ring groove
- Quiet running bearings
- Matched bearings
- Performance classes
- Datos de los rodamientos
- Loads
- Temperature limits
- Permissible speed
- Designation system

Dimensiones principales			Capacidades de carga básica		Velocidades nominales		Designación
d	D	B	dinámica	estática	Velocidad de referencia	Límite de velocidad	
mm			kN	C ₀	rpm		* rodamiento SKF Explorer
20	47	14	13,5	6,55	-	10000	6204-2RSH *

Factores de cálculo
k_r 0,025
f_g 13

IMPRIMIR ESTA PÁGINA
COMPARTIR

FUENTES RSSAYUDA SOBRE ACCESIBILIDADCELULARTIENDA DE APLICACIONESGOOGLE PLAY

Mi SKF

Iniciar sesión

Regístrese aquí

¿Ha olvidado su contraseña?

Carro de la compra

¿En qué podemos ayudarlo?

Me gustaría saber...

Usted está aquí Colombia, Ecuador y Centro América

Elegir país

Seguir a SKF

Facebook

LinkedIn

YouTube

Productos

Sistemas de actuación

Rodamientos, unidades y soportes

Monitorización de estado

Sistemas de acoplamiento

Soluciones de lubricación

Movimiento lineal

Sistemas magnéticos

Productos de mantenimiento

Transmisión de potencia

Obturaciones

Equipos de prueba y medición

Recambios de automoción

Servicios

Servicios de gestión de activos

Consultoría corporativa

Formación para clientes

Gestión de energía y sostenibilidad

Consultoría sobre ingeniería

Logística

Mantenimiento mecánico

Servicios de refabricación y mantenimiento

Monitorización remota y diagnóstico

Contratación de servicios

Soluciones industriales

Industria aeroespacial

Agricultura

Vehículos y camiones ligeros

Compresores

Construcción

Motores eléctricos

Alimentación y bebidas

Electrodomésticos

Ventiladores industriales

Bombas industriales

Transmisiones industriales

Máquina herramienta

Industria naval

Manipulación de materiales

Sector médico y sanitario

Metales

Nuestra Empresa

La empresa del conocimiento industrial

El compromiso de SKF

Dedicación al negocio

Cuidado del medio ambiente

Dedicación a los empleados

Dedicación a la comunidad

Mostrar más

Empleo

Ofertas de empleo

Profesional

Licenciados

Estudiantes

Qué hacemos

La vida en SKF

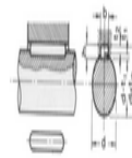
Fuente: SKF, 2014

Tablas dimensiones chaveta

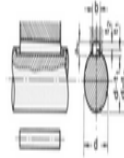
DIMENSIONES CHAVETEROS Y CHAVETAS S/DIN 6885/1 - 6886 y 6887 STANDARD KEYWAYS S/DIN 6885/1 - 6886 and 6887



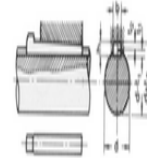
INICIO
HOME
PRODUCTO



Chaveta paralela
S/DIN-6885/1



Chaveta de cuña
S/DIN-6886



Chaveta de cuña con cabeza
S/DIN-6887

Ø eje d mm desde vista	Medidas chaveta b x l mm	Medidas del chavetero en el oído				Medidas del chavetero en el eje para chavetas paralelas y de cuña		Medidas de los ejes en el oído de la rueda	
		Chaveta paralela S/DIN 6885/1		Chaveta de cuña S/DIN 6886 y 6887					
		d + $\frac{b}{2}$ mm	Tol. admisible (\pm a 20 μ m)	d + $\frac{b}{2}$ mm	Tol. admisible (\pm a 20 μ m)	t ₁ mm	Tol. admisible (\pm a 20 μ m)	Ø mm desde vista	Tol. H-7 mm
17-22	6x6	d+2,6	+0,1	d+2,1	+0,1	3,5	+0,2	10-18	+0,018 0
22-30	8x8	d+3,0		d+2,4		4,1			
30-38	10x8	d+3,4	+0,2	d+2,8	+0,2	4,7		30-40	+0,025 0
38-44	12x8	d+3,2		d+2,6		4,9			
44-50	14x9	d+3,6		d+2,9		5,5		50-60	+0,030 0
50-58	16x10	d+3,9		d+3,2		6,2			
58-65	18x11	d+4,3		d+3,5		6,8		80-120	+0,035 0
65-75	20x12	d+4,7		d+3,9		7,4			
75-85	22x14	d+5,6		d+4,8		8,5		120-180	+0,040 0
85-95	25x14	d+5,4		d+4,6		8,7			
95-110	28x16	d+6,2		d+5,4		9,9		180-250	+0,046 0
110-130	32x18	d+7,1		d+6,1		11,1	+0,3		
130-150	36x20	d+7,9	d+6,9	12,3	250-315	+0,052 0			
150-170	40x22	d+8,7	d+7,7	13,5					
170-200	45x25	d+9,9	d+8,9	15,3	315-400	+0,057 0			
200-230	51x28	d+11,2	d+10,1	17					
230-260	56x32	d+12,9	d+11,8	19,3	400-500	+0,063 0			
260-280	63x32	d+12,6	+0,3	d+11,5	+0,3	19,6			

Zonas de tolerancia
en el ancho de los chaveteros

Tipo de eje	chavetero eje	chavetero rueda
Al perno (trazado) trazed	P9	P9
Ligero	N9	J9
Deslizante	H9	D10

La chaveta debe diseñarse de manera que pueda transmitir el mismo momento o par de torsión que el eje correspondiente. Por ello, la longitud de dicha chaveta deberá ser, como mínimo, igual a 1,5 veces el diámetro del eje.
Los chaveteros de eje y rueda deberán tener bordes redondeados (\pm a todos los sentidos) para evitar la formación de grietas y por lo tanto roturas.

Fuente: Cadarsa. (s.f.). chavetas. Recuperado el 10 de octubre de 2014,
[dehttp://www.cadarsa.es/Pag72.htm](http://www.cadarsa.es/Pag72.htm)

Cilindro neumático de corte

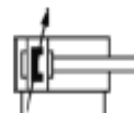
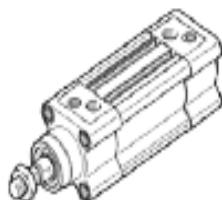
Cilindros normalizados

DSBC-32-80-PPVA-N3

Número de artículo: 1376425

★ Programa básico

FESTO



Hoja de datos

Característica	Propiedades
Camara	80 mm
Diámetro del émbolo	32 mm
Rosca del vástago	M10x1,25
Amortiguación	PPV: amortiguación neumática regulable a ambos lados
Posición de montaje	Indistinto
Corresponde a la norma	ISO 15552
Extremo del vástago	Rosca exterior
Construcción	Émbolo Vástago Tubo perfilado
Detección de la posición	para sensores de proximidad
Variantes	vástago simple
Presión de funcionamiento	0,6 ... 12 bar
Modo de funcionamiento	de doble efecto
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Clase de resistencia a la corrosión KBK	2
Temperatura ambiente	-20 ... 80 °C
Energía del impacto en las posiciones finales	0,4 J
Camara de amortiguación	17 mm
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	415 N
Fuerza teórica con 6 bar, avance	483 N
Masa móvil con camara de 0 mm	110 g
Peso adicional por 10 mm de camara	27 g
Peso básico con camara de 0 mm	465 g
Masa adicional por 10 mm de camara	9 g
Tipo de fijación	a elegir: con rosca interior con accesorios
Conexión neumática	G1/8
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS
Información sobre el material de la tapa	Fundición inyectada de aluminio recubierto
Información sobre el material de las juntas	TPE-U(PU)
Información sobre el material del vástago	Acero de aleación fina
Información sobre el material de la camisa del cilindro	Aleación forjable de aluminio Anodizado deslizando

Fuente: FESTO, 2014

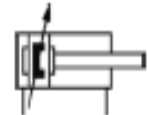
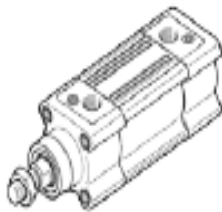
Cilindro neumático de avance

Cilindros normalizados DSBC-40-250-PPVA-N3

Número de artículo: 1376664

★ Programa básico

FESTO



Hoja de datos

Característica	Propiedades
Carerra	250 mm
Diámetro del émbolo	40 mm
Rosca del vástago	M12x1,25
Amortiguación	PPV: amortiguación neumática regulable a ambos lados
Posición de montaje	Indistinto
Corresponde a la norma	ISO 15552
Extremo del vástago	Rosca exterior
Construcción	Émbolo Vástago Tubo perfilado
Detección de la posición	para sensores de proximidad
Variantes	vástago simple
Presión de funcionamiento	0,6 ... 12 bar
Modo de funcionamiento	de doble efecto
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Clase de resistencia a la corrosión KBK	2
Temperatura ambiente	-20 ... 80 °C
Energía del impacto en las posiciones finales	0,7 J
Carerra de amortiguación	19 mm
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	633 N
Fuerza teórica con 6 bar, avance	754 N
Masa móvil con carerra de 0 mm	205 g
Peso adicional por 10 mm de carerra	37 g
Peso básico con carerra de 0 mm	740 g
Masa adicional por 10 mm de carerra	16 g
Tipo de fijación	a elegir: con rosca interior con accesorios
Conexión neumática	G1/4
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS
Información sobre el material de la tapa	Fundición inyectada de aluminio recubierto
Información sobre el material de las juntas	TPE-U(PU)
Información sobre el material del vástago	Acero de aleación fina
Información sobre el material de la camisa del cilindro	Aleación forjable de aluminio Anodizado deslizando

Fuente: FESTO, 2014

Diagrama pandeo vástago

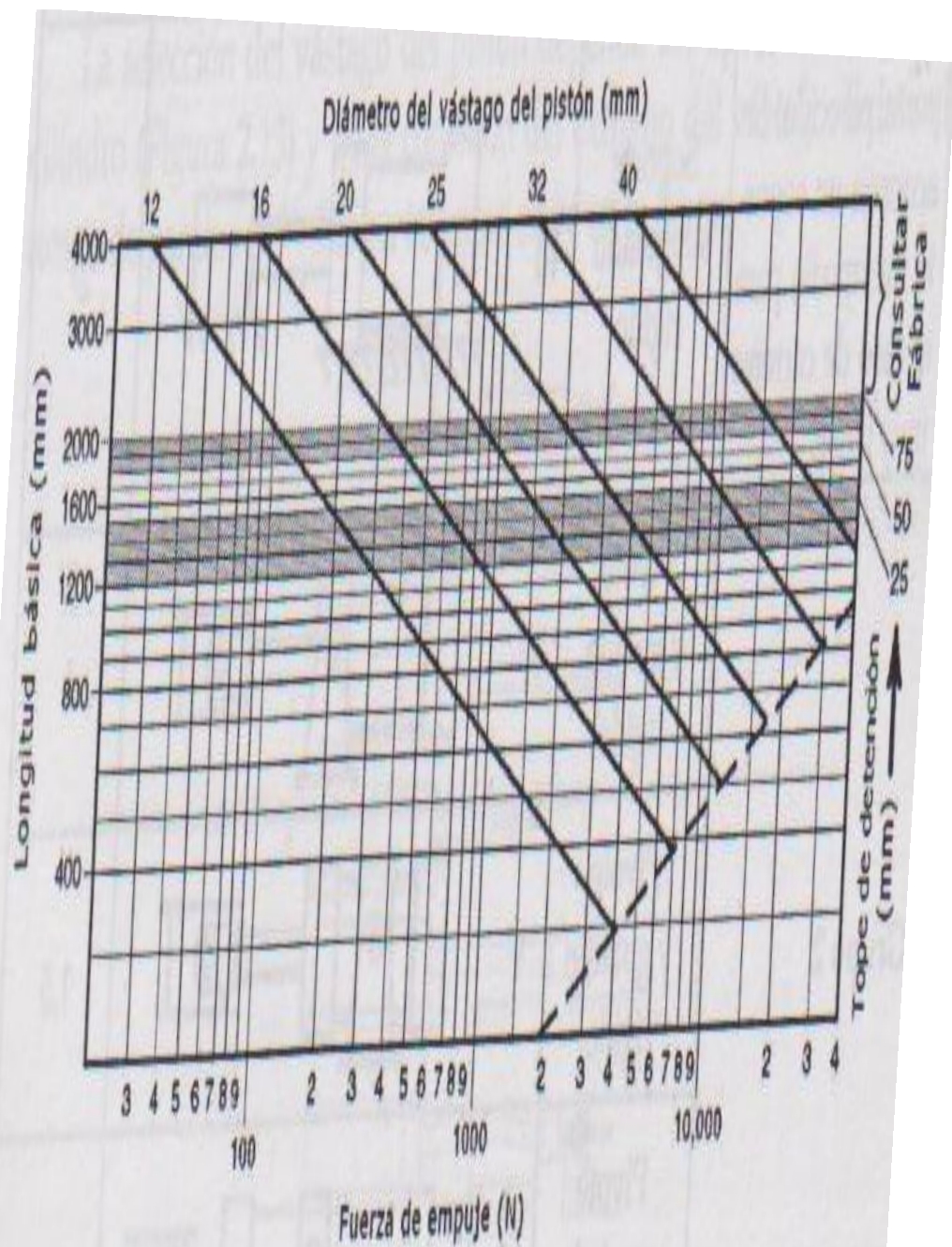
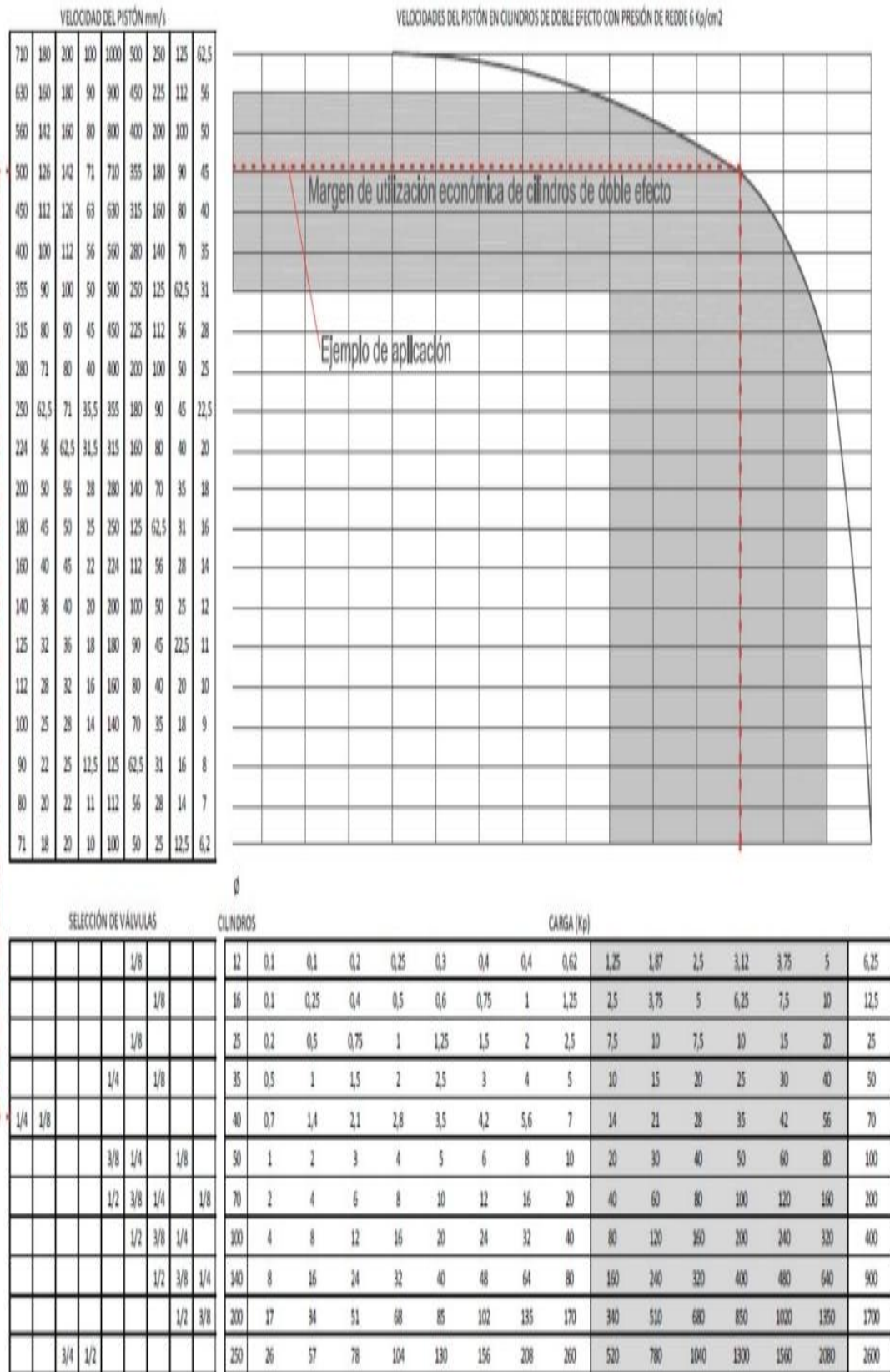


Fig. 2.15. Gráfico de diámetro del vástago. Fuente: Parker Hannifin Corporation.

Diagrama diámetro válvula neumática



Fuente: Deppert, W., & Stoll, K. (1991). Dispositivos neumáticos: Introducción y Fundamentos.

México: Boixareu Editores.

Compresor IEPESA

2.0 Product Information

©hydrovane

2.8 Technical Data HV30-HV45

Model Number	HV30	HV37	HV45	HV30RS	HV37RS	HV45RS
PERFORMANCE						
F.A.D. litres/sec (cfm) @ 8 bar/116 psi	83.3 (176.6)	99.2 (210.1)	122.2 (258.9)	81.1 (171.9)	95.3 (202.1)	115.0 (243.5)
F.A.D. litres/sec (cfm) @ 10 bar/145 psi	71.8 (152.2)	84.5 (179.0)	109.0 (231.0)	75.2 (159.3)	87.8 (186.1)	108.5 (230.0)
F.A.D. litres/sec (cfm) @ 6 bar/87 psi				89.6 (189.9)	102.8 (217.8)	124.5 (263.7)
Noise Level - dBA	73					
Power - kW (hp)	30 (40)	37 (50)	45 (60)	30 (40)	37 (50)	45 (60)
Starter Type	Automatic DOL and SD			Inverter		
Drive Type	Direct					
Operating Controls	Continuous Run, Automatic Stop/Start, Reduced Energy Vent System			Variable		
Rotation Speed - rev/min 50Hz (60 Hz)	1450 (1760)			870-1880	870-1818	870-1740
Ambient Temperature Range °C	0 to 45 (32 to 113)			0 to 40 (32 to 104)		
Maximum Relative Humidity %	85 non-condensing					
Air Discharge Temp - °C (above ambient)	<10 (50)					
FACTORY SETTINGS						
Nominal Pressure – bar (psi)	8.0 or 10.0 (116 or 145)			8.0 (145)		
Minimum Pressure Valve – bar (psi)	5.5 to 6.0 (80 to 87)					
Load/Cut-in Pressure – bar (psi)	7.5 or 9.5 (109 to 138)			8.0 (145)		
Unload/Cut-out Pressure – bar (psi)	8.5 or 10.5 (123 to 152)			8.5 (123)		
Servo Valve – bar (psi)	9.0 or 11.0 (131 or 160)			9.0 (131)		
Run-on Time after Unload Pressure (secs)	60 (8 bar) 90 (10 bar)			60 (8 bar)		
Run-on-Time to Stop – secs	2					
Pressure Display Units	0 (bar) (1 = psi, 2 = kpa)					
Temperature Display Units	0 = °C (1 = °F)					
Vacuum Relief Valve	1.5 turns anti-clockwise					
INSTALLATION						
Dimensions D x W x H -mm	1130 x 900 x 1640					
Weights - kg	920	975	1006	973	1030	1061
Air Outlet Size - Rp	1-1/2					
Minimum Room Volume - m ³	60	90		60	90	
Air Inlet/Outlet Area - m ²	0.6	1.0		0.6	1.0	
Ventilation Rate - m ³ /h	8,300	10,200		8,300	10,200	
Cooling Air Flow m ³ /h (cfm)	5020 (2955)	6320 (3720)	6550 (3855)	5020 (2955)	6320 (3720)	6550 (3855)
Recommended Air Receiver Capacity - L	500	900		500	900	
COMPRESSOR OIL						
Approved compressor oil	Fluid Force Red 2000 (Mineral) and HPO (Synthetic)					
Oil Capacity - litres	23					
ELECTRICAL						
Starter reference 200V 3PH 50/60Hz SD	CC1065125	CC1065126				
Circuit diagram 200V 3PH 50/60Hz SD	CZ77946					
Starter reference 230V 3PH 60Hz DOL	CC1065123	CC1065124				
Circuit diagram 230V 3PH 60Hz DOL	CZ77945					
Starter reference 400V 3PH 50Hz SD	CC1065121	CC1065122				
Circuit diagram 400V 3PH 50Hz SD	CZ77944					
Starter reference 400/460V 50/60Hz RS				CC1065128	CC1065129	CC1065130
Circuit diagram 400/460V 50/60Hz RS				CZ77948	CZ77948	CZ77948
Starter reference 575V 3PH 60Hz DOL	CC1065127					
Circuit diagram 575V 3PH 60Hz DOL	CZ77947					

A Datos técnicos

A.1 Datos técnicos generales

Criterio	Verificación según	Valores
LOGO!Basic: Dimensiones (AxAxP) Peso Montaje		72 x 90 x 55 mm aprox. 190 g en perfil soporte de 35 mm 4 unidades de distribución de ancho o montaje en la pared
LOGO! de LOGO!: Dimensiones (AxAxP) Peso Montaje		38 x 90 x 55 mm aprox. 90 g en perfil soporte 35 mm 2 unidades de distribución de ancho o montaje en la pared
Condiciones ambientales climáticas		
Temperatura ambiente montaje horizontal montaje vertical	Frío según IEC 60068-2-1 Calor según IEC 60068-2-2	0 ... 55 °C 0 ... 55 °C
Almacenaje/transporte		- 40 °C ... +70 °C
Humedad relativa	IEC 60068-2-30	del 10 al 95% sin condensación
Presión atmosférica		795 ... 1080 hPa
Sustancias nocivas	IEC 60068-2-42 IEC 60068-2-43	SO ₂ 10 cm ³ /m ³ , 4 días H ₂ S 1 cm ³ /m ³ , 4 días
Condiciones ambientales mecánicas		
Tipo de protección		IP 20
Vibraciones	IEC 60068-2-6	5 ... 9 Hz (amplitud constante 3,5 mm) 9 ... 150 Hz (aceleración constante 1 g)
Choque	IEC 60068-2-27	18 choques (semisenoidal 15g/11ms)
Caída ladeada	IEC 60068-2-31	Altura de caída 50 mm

Anexo 2. Facturas

Factura HYDROCONTROL



RUC: 1792089697001

FACTURA

S 001-001

N° **0002862**

AUTORIZACION SRI: 1116302627

Fecha de Aut.: 26/01/2015

VALIDO PARA SU EMISION HASTA 26 ENERO 2016

Fecha 2015-02-13

Vencimiento

Ruc/C.C. 1715831549

 Cliente CALAHORRANO FRANCISCO
 Dirección TREBOLES DEL SUR

 Ciudad
 Atención
Forma de Pago **CONTADO**

Orden de Compra

 VERDEZOTO
 MONTANO
 00002862

Código	Descripción	Cant.	Octo	Valor Unitario	Valor Total	
02 0820023991	VALV. PNEUM. RA14-5/2-E	2		\$180.29	\$360.58	IVA
01 1824210243	BOBINA 22MM FORMA B 48VCA/24VCC-(DIN 175301-803) (P)	2		\$14.88	\$29.76	IVA
02 1834484096	CONECTOR ELECTRICO CN1-FORMA B	2		\$6.28	\$12.56	IVA
02 2122006180	RACOR EN CODO QR1-S-RVT-G018-D06	2		\$1.96	\$3.92	IVA
02 2121006140	RACOR RECTO QR1-S-RPN-G014-D06	5		\$1.59	\$7.95	IVA
02 2122006140	RACOR EN CODO QR1-S-RVT-G014-D06	2		\$2.70	\$5.40	IVA
02 0821200205	REG. CAUDAL CC02-G014	1		\$25.08	\$25.08	IVA
02 R412006307	UNIDAD DE MANTENIMIENTO AS2-ACD-G038	1		\$142.75	\$142.75	IVA
02 1827000020	SILENCIADOR SI1-G014	2		\$7.08	\$14.16	IVA
02 2121105000	UNION EN T QR1-S-RTK-D06	1		\$3.23	\$3.23	IVA
02 0830100629	SENSOR SERIE ST6 (3MTS)	1		\$46.12	\$46.12	IVA
02 0821003002	VALV. CHECK NR01-G014	1		\$25.13	\$25.13	IVA
02 1823391013	BOQUILLA DE REDUCCION FPT-S-RDZ-G038-G014	2		\$3.15	\$6.30	IVA
02 1822122005	HORQUILLA AP2-M16	1		\$11.70	\$11.70	IVA
05 000008540	ACCESORIOS ELECTRICOS	1		\$905.35	\$905.35	IVA

Subtotal **\$1,600.00**IVA 12% **\$192.00**Total USD **\$1,792.00**

Recibido por

Nombre:

FRANCISCO CALAHORRANO

C.C.:

171583154-9

Firma:

HYDROCONTROL
 INGENIERIA DE CONTROL

EMITIR CHEQUE CRUZADO A NOMBRE DE HYDROCONTROL.

Debo y pagaré incondicionalmente a la orden de HYDROCONTROL. En el lugar y fecha que se reconvenge el valor total expresado en este documento.



San Bartolo Av. Pedro Vicente Maldonado S14-198 y Joaquin Gutierrez • Telf.: (593-2) 2679-421 / 2689-114

Página Web: www.hydrocontrol-ec.com • E-mail: hydrocontrol@andinanet.net • Quito - Ecuador

ARTOS PEREZ VERONICA GABRIELA, R.U.C. 1722727011001, Aut. SRI 10800, DEL 002851 AL 003250

ORIGINAL: CLIENTE • 1ra. COPIA: COBRANZAS • 2da. COPIA: CONTABILIDAD

Factura ejes

COMPRADOR SEPTA DEVOLUCIONES DE MERCADERIA SIN JUSTIFICACION UNA VEZ QUE ESTA HA SALIDO DEL ALMACEN PARADAS EN ESTA FACTURA VIAJAN POR CUENTA Y RIESGO DEL COMPRADOR. QUE NO SEA CANCELADA A SU VENCIMIENTO SE CARGARAN INTERESES LEGALES EN MORA Y COMISIONES DE COBRANZAS. POR PERDIDAS OCURRIDAS EN EL TRANSITO DESPUES DE QUE LA MERCADERIA HA SALIDO DEL ALMACEN PARA CAMBIOS O SOLO MERCADERIA EN SU EMPAQUE ORIGINAL Y EN PERFECTO ESTADO. SUS FACTURAS EN CHEQUE O MEDIANTE DEPOSITO A LAS CTAS. CTES:		IBCA IVAN BOHMAN C.A. <i>Sirviendo al País desde 1935</i> RUC:0990320810001 CONTRIBUYENTE ESPECIAL - Resolución 6925 del 04 de Julio de 1995 MATRIZ GUAYAQUIL: Km 6 1/2 Vía Daule Av. Principal s/n • Comnt: (593-4) 2254111 Pbx: 6044000 / 2258666 • Fax: (593-4) 2254159 email: ventas@ivanbohman.com.ec / compras@ivanbohman.com.ec QUITO NORTE: Av. Galo Plaza N66-211 • N66-227 y Los Cerezos • Comnt: (593-2) 2485324 Fax: (593-2) 2476054 • email: ventas@ivanbohman.com.ec QUITO SUR: Pedro Vicente Maldonado S20-165 y Ayapamba. Comnt: (593-2) 3063002 • Fax: (593-2) 2678755 www.ivanbohman.com.ec						
DATOS DEL CLIENTE CLIENTE: CALAHORRANO MOLINA FRANCISCO ABEL RUC / C.I.: 1715831549 DIRECCIÓN: EL BEATERIO CIUDAD: QUITO PROVINCIA: PICHINCHA TELÉFONO: 3818923 FAX:								
DATOS DE FACTURA Factura 004-004-000020723 FECHA: 29/12/2014 14:20:31 CONDICIÓN VTA: CONTADO FECHA VENCIMIENTO: 29/12/2014 CÓDIGO CLIENTE: 00070017781 CÓDIGO VENDEDOR: 14051 CÓDIGO FACTURADOR: 14051 GUÍA DE REMISIÓN: 004-004-000114615 OBSERVACIÓN: CLIENTE RETIRA MULTIVENCIMIENTOS: ORIGINAL-ADQUIRIENTE		 						
MA	GR	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	U	CANT	PVP	% DESC	TOTAL
31	01	1-705 (4340) 55 MM.	BARRA RED. DIAM. 55 mm AISI 4340 BONIF + LAM. CALIENTE	KG	4.90	4.3500	25.00	15.99
31	01	1-705 (4340) 55 MM.	BARRA RED. DIAM. 55 mm AISI 4340 BONIF + LAM. CALIENTE	KG	0.03	4.3500	100.00	0.00
31	01	1-705 (4340) 115 MM.	BARRA RED. DIAM. 115 mm AISI 4340 BONIF + LAM. CALIENTE	KG	11.45	4.3500	25.00	37.36
31	01	1-705 (4340) 115 MM.	BARRA RED. DIAM. 115 mm AISI 4340 BONIF + LAM. CALIENTE	KG	0.17	4.3500	100.00	0.00
32	04	1-SAE 1018 1 1/2"	BARRA RED. 1 1/2 TRANSMISION SAE 1018	KG	0.60	2.5000	25.00	1.13
32	04	1-SAE 1018 1 1/2"	BARRA RED. 1 1/2 TRANSMISION SAE 1018	KG	0.02	2.5000	100.00	0.00
32	04	1-SAE 1018 1 3/4"	BARRA RED. 1 3/4 TRANSMISION SAE 1018	KG	0.79	2.5000	25.00	1.48
32	04	1-SAE 1018 1 3/4"	BARRA RED. 1 3/4 TRANSMISION SAE 1018	KG	0.02	2.5000	100.00	0.00
31	01	1-705 (4340) 20 MM.	BARRA RED. DIAM. 20 mm AISI 4340 BONIF + LAM. CALIENTE	KG	3.60	4.5200	25.00	12.20
31	01	1-705 (4340) 20 MM.	BARRA RED. DIAM. 20 mm AISI 4340 BONIF + LAM. CALIENTE	KG	0.02	4.5200	100.00	0.00
SUBTOTAL		DUCTO. ADICIONAL	BASE IMPONIBLE	IVA 12%	BASE TARIFA 0%	NETO A PAGAR	USD	76.34
68.16		0.00	68.16	8.18	0.00			
DESPACHADO POR		RECIBI CONFORME		FIRMA AUTORIZADA		C.I.		
DEBO Y PAGARE A LA ORDEN DE IVAN BOHMAN C.A., EN EL LUGAR Y FECHA QUE SE ME RECONVENGA, EL VALOR TOTAL EXPRESADO EN ESTE DOCUMENTO MAS LOS IMPUESTOS RESPECTIVOS Y EL MAXIMO INTERES LEGAL POR MORA PERMITIDO DESDE SU VENCIMIENTO SIN PROTESTO. EXIEMESE DE PRESENTACION PARA EL PAGO ASI COMO POR FALTA DE ESTE HECHO, RENUNCIO DOMICILIO Y ME SOMETO A LOS JUECES COMPETENTES DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL O QUITO Y AL TRAMITE EJECUTIVO VERBAL SUMARIO A ELECCION DE IVAN BOHMAN C.A. O SUS CESIONARIOS ACEPTO QUE IVAN BOHMAN C.A. CEDA Y TRANSFIERA EN CUALQUIER MOMENTO LOS DERECHOS QUE EMANAN DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN QUE SEA NECESARIA NOTIFICACION ALGUNA NI NUEVA ACEPTACION DE MI PARTE ACEPTO LAS CONDICIONES INCORPORADAS A LA PRESENTE FACTURA A LA VISTA Y SIN PROTESTO.								
NÚM. AUTORIZACIÓN 1114211229			FECHA AUTORIZACIÓN 22/01/2014		FECHA VALIDEZ 22/01/2015			

Factura cilindros



ECUAINSETEC
ECUAINSETEC CIA. LTDA.
 www.ecuainsetec.com.ec
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL
 No. de Resolución 181
 DOCUMENTO CATEGORIZADO: NO

R.U.C. 1792224616001

QUITO: Yagoritaria N34-110 y Azuay • Telfs: (02)226-9149 / 226-9149 / 226-3757
 Fax: 245-1833 • P.O. BOX 17-16-016 • E-mail: info@ecuainsetec.com.ec
 GUAYAS: Cda. Kennedy Norte Av. Asaf Bucaram y Miguel Campodónico Mz. 765 S12
 TELFS: (04) 268-0159 / 268-0155 / 268-0157 • Fax: 268-0145 • E-mail: info@ecuainsetec.com.ec
 CUENCA: Av. Frey Viento Solano y Av. Renigio Crespo -Ed. Colegio de Ingenieros Civiles de Azuay - 3er Piso
 MANABI: Av. Pío Royes SIN entre calles 28 y 29 • Edif: Platinum • Of. 602 • Telf: (05)300-5024 / 300-5025
 E-mail: inform@ecuainsetec.com.ec

FACTURA

001-001- N° 000025250

AUTORIZACIÓN SRI: 1116087659
 FECHA DE AUTORIZACIÓN: 16-DICIEMBRE-14

CLIENTE: QUINGA AMAGUA LUIS

FECHA: 30/12/2014

RUC o C.I.: 1721110433

Dirección: AMAGUAÑA

TELÉFONO: 2878836

CIUDAD: QUITO

FACTURA: N° 001001-00023230

PAGO: CONTADO

VENCIMIENTO: 30/12/2014

O/C:

VENDEDOR: RÍOFRIO VACA EDISON FAB

CONTACTO:

GUÍA:

CODIGO	TIPO	PRODUCTO	CANTIDAD	V. UNITARIO	DSTO %	TOTAL
0011376425	DSBC-32-80-PPVA-N3	CILINDRO DOBLE EFE	1.00	148.71	0.00	148.71
001006144	SG-M10X1,25	CABEZA DE HORQUILLA	1.00	9.89	0.00	9.89
0011376654	DSBC-40-250-PPVA-N3	CILINDRO DOBLE EFE	1.00	185.03	0.00	185.03

EMITIR CHEQUE CRUZADO A NOMBRE DE ECUAINSETEC CIA. LTDA.
 Debo y pagaré incondicionalmente a la orden de ECUAINSETEC CIA. LTDA. en el lugar y fecha que se reconvenge, el valor total expresado en este documento.

NOTAS:

- No se acepta devoluciones.
- Salida la mercadería de nuestras bodegas corren por cuenta y riesgo del comprador.
- Toda la mercadería pertenece a ECUAINSETEC CIA. LTDA. Hasta su total cancelación.
- La mercadería se despacha debidamente comprobada.
- El cliente declara su conformidad expresa con los términos de este documento.

TOTAL A PAGAR: TRESCIENTOS OCHENTA Y CUATRO. 87/100

NOMBRE: Luis Quinga

FECHA: 30-12-2014

C.I.: 1721110433

RECIBIDO POR

ELABORADO POR

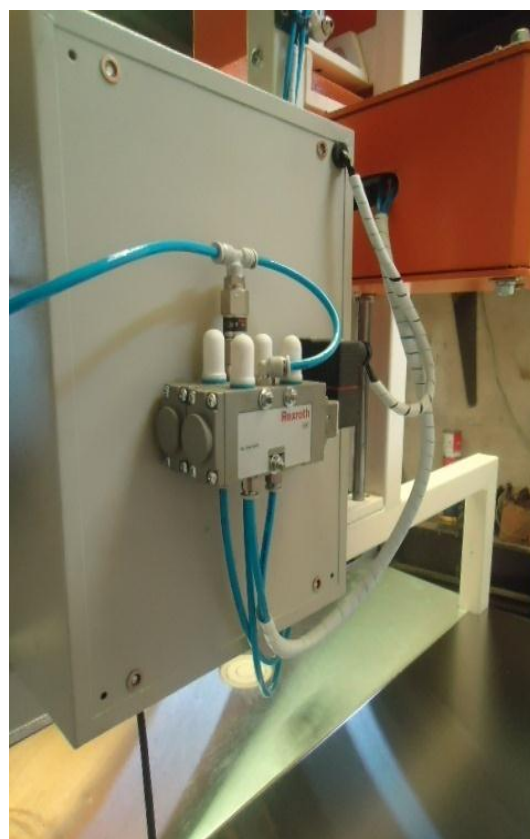
CANCELADO POR

SUBTOTAL USD 343.63
 DESCUENTO 0.00
 SUBTOTAL 2 343.63
 IVA 0% 0.00
 I.V.A. 12% 41.24
 TOTAL USD 384.87

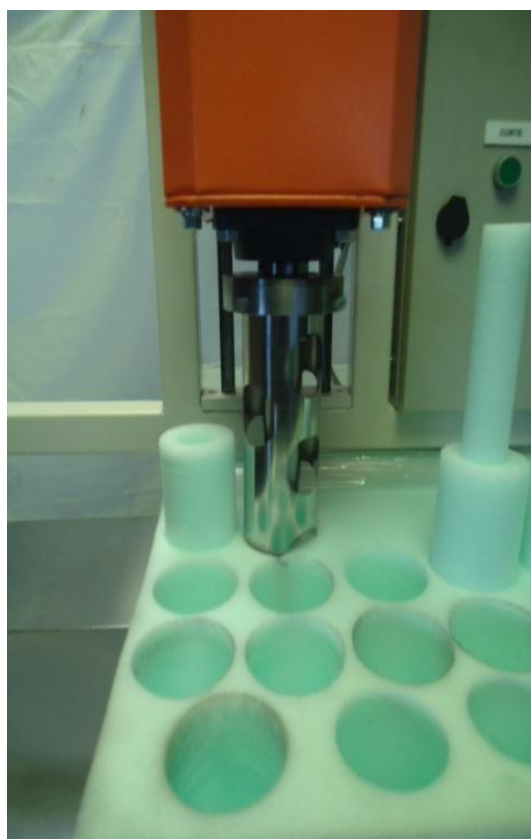
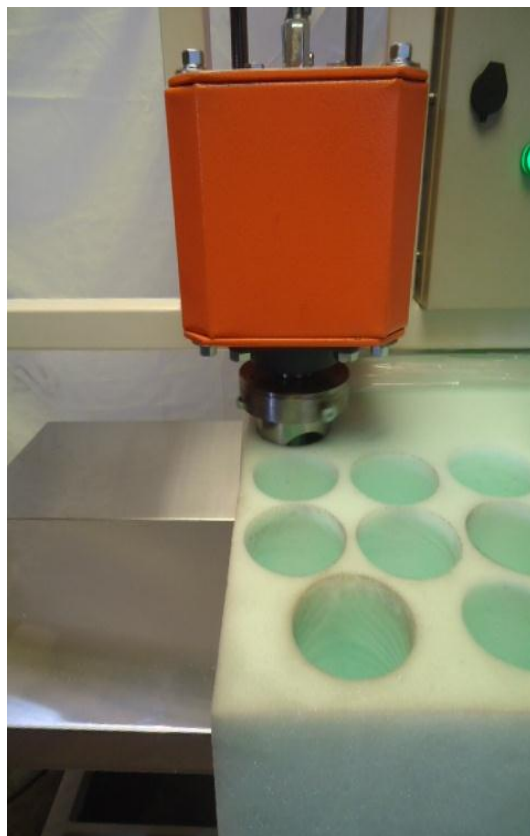
Original: Cliente, Verde: Bodega, Amarilla: Dep. Técnico,
 Celeste: Contabilidad, Rosada: Cobranzas

Anexo 3. Fotografías máquina y pruebas de corte esponja

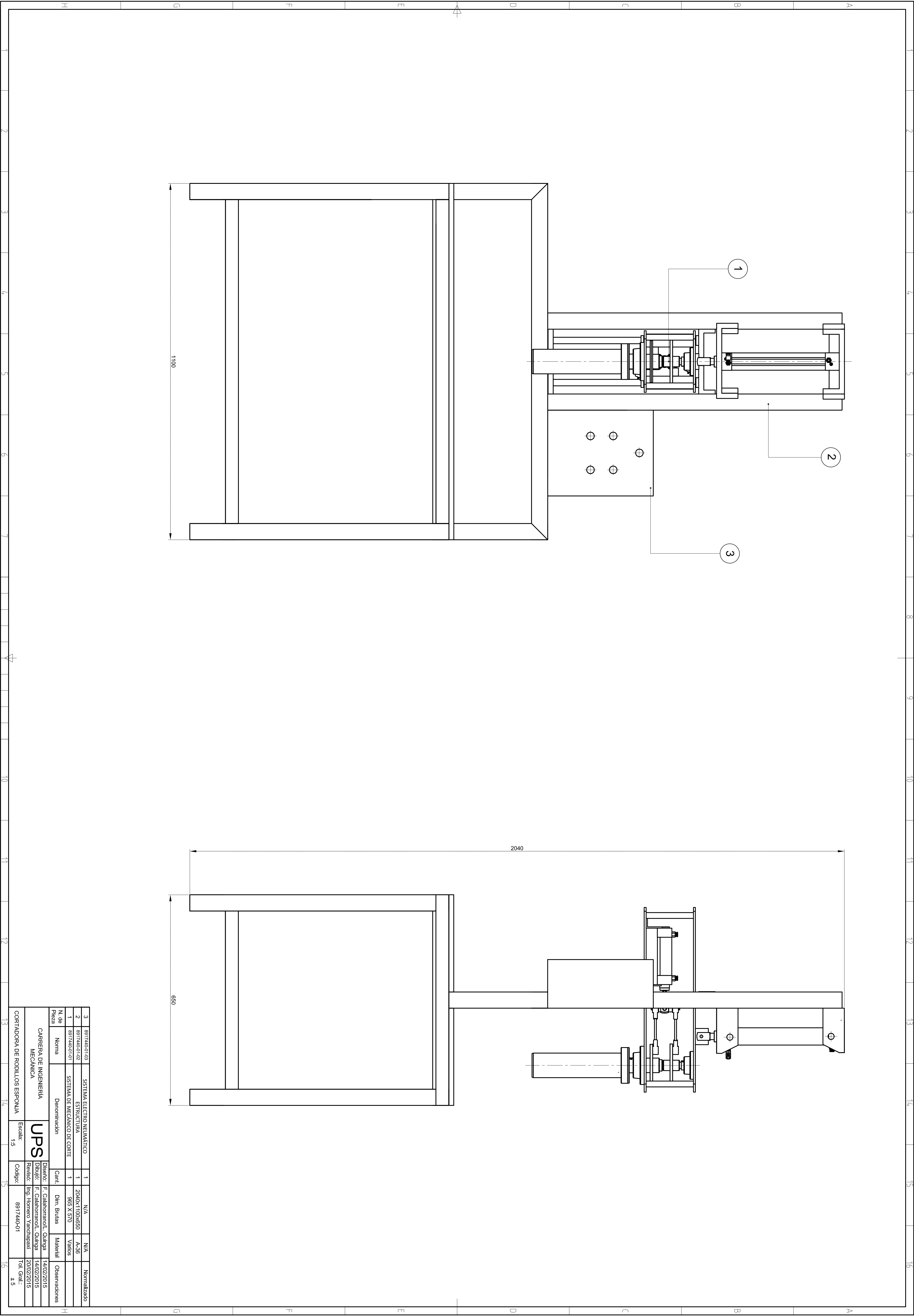
Fotografías máquina

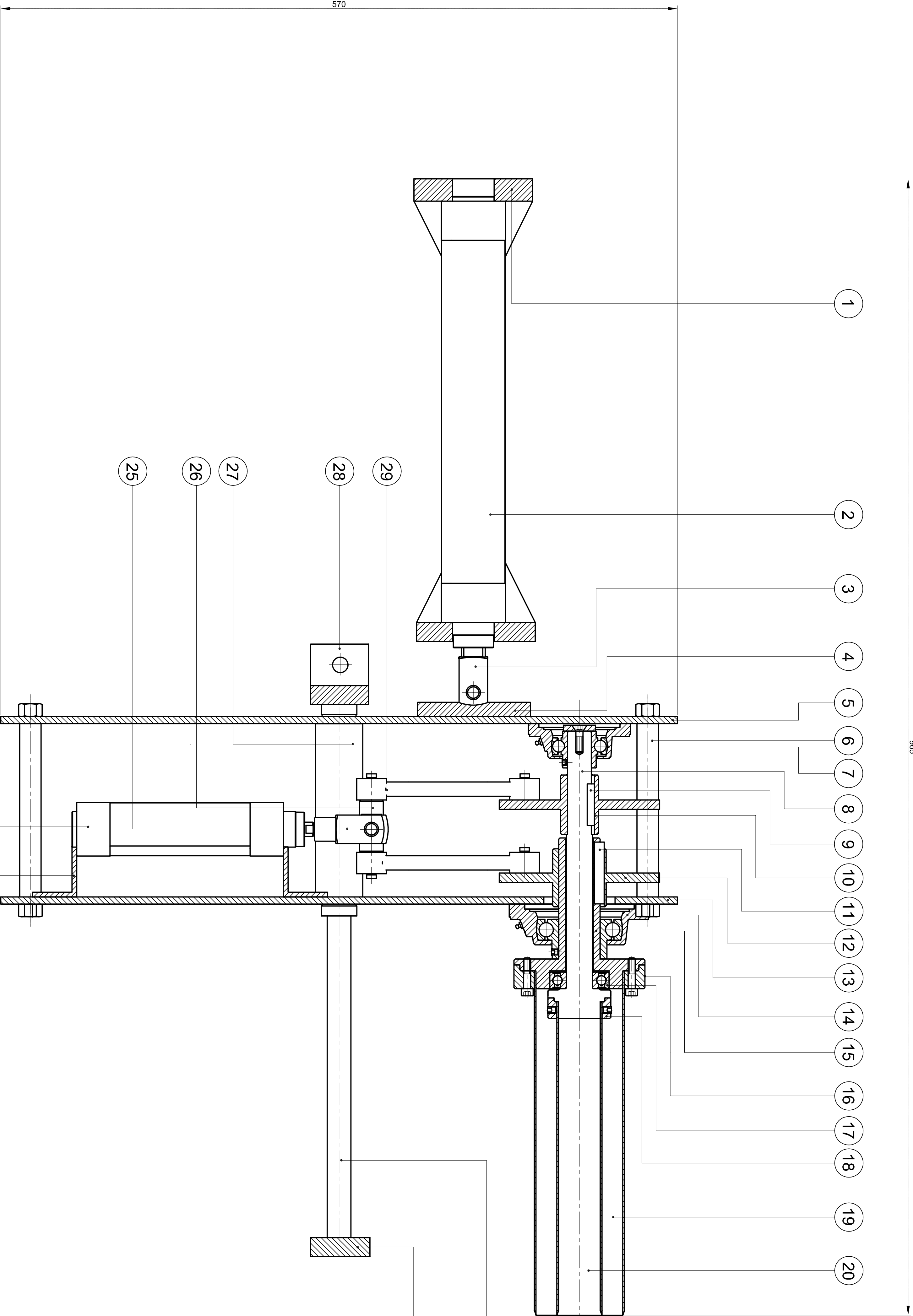


Pruebas de corte



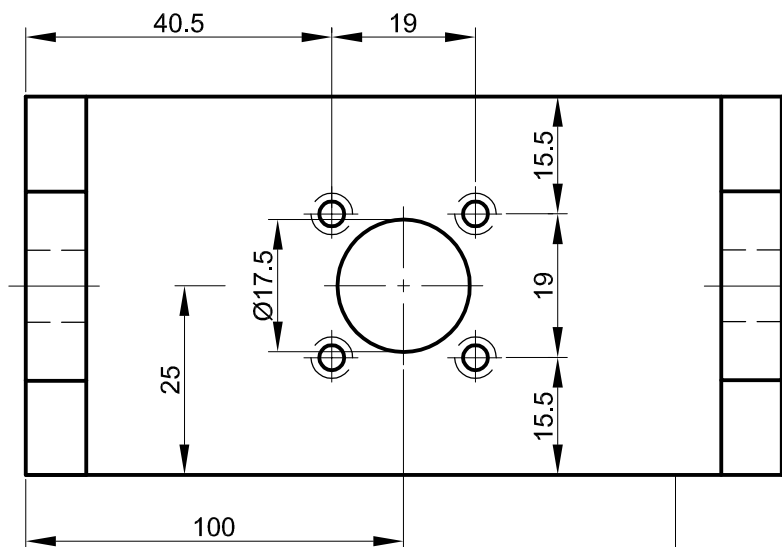
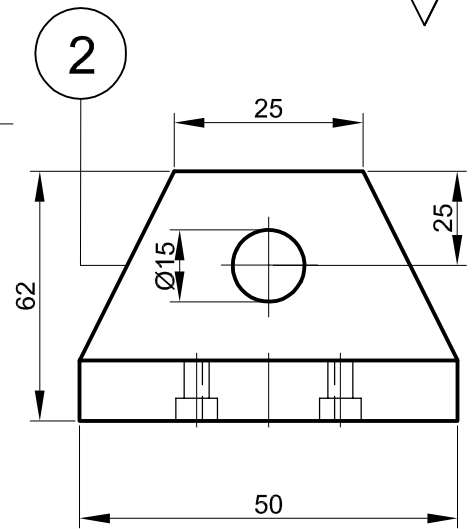
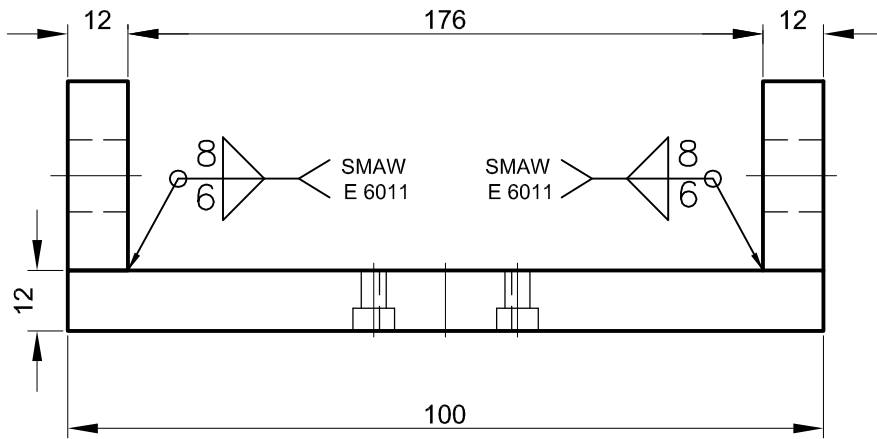
Anexo 4. Planos





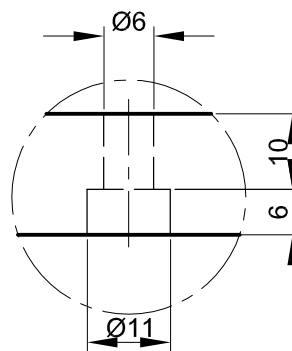
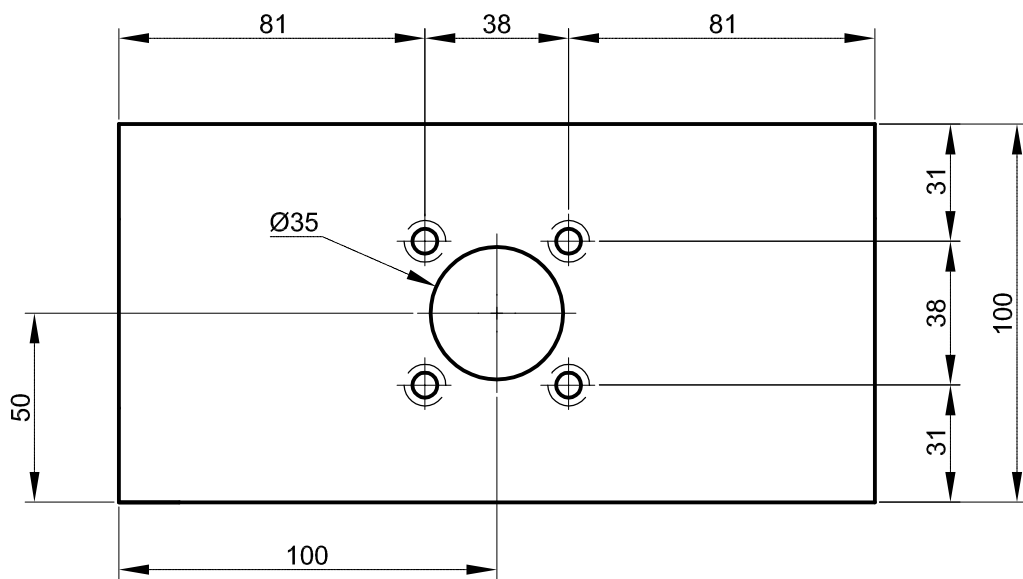
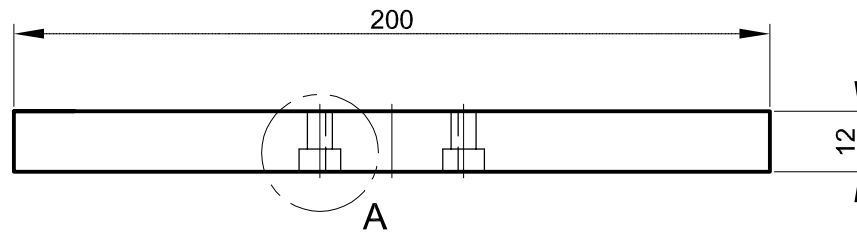
SISTEMA MECÁNICO
ESC:1:2.5

29	8917440-01-01-28	BIELAS	2	165 X Ø 25	SAE 1018	
28	8917440-01-01-18	BASE SUPERIOR EJE GUIA	1	205 X 55 X 55	A-36	
27	8917440-01-01-18	BIJE GUIA	2	220 X Ø 45	ANSI 4140	
26	8917440-01-01-17	EJE DE BIELAS	1	90 X Ø25	SAE 1018	
25		CABEZA HORQUILLA M10	1	SISALMOM 1.25		Normalizado
24		CILINDRO DE BOBIE EFECTO	1	Ø80 X 32 Ø60 PPV/A40		Normalizado
23	8917440-01-01-16	SOPORTE TIPO PIE	2	38 X 60 X 75	A-36	
22	8917440-01-01-15	BASE INTERIOR EJE GUIA	2	205 X 55 X 55	A-36	
21	8917440-01-01-14	EJES GUIAS	2	600 X 250	ACERO 5140	
20	8917440-01-01-13	CUCHILLA INTERIOR	1	Ø38 X 280	ANSI 304	
19	8917440-01-01-12	CUCHILLA EXTERIOR	1	Ø76 X 255	ANSI 304	
18	8917440-01-01-11	ACOPLE DE CUCHILLA INTERIOR	1	17.2 X Ø 53	ANSI 4340	
17		RODAMIENTO	1	60-22RS		Normalizado
16	8917440-01-01-10	ACOPLE DE CUCHILLA EXTERIOR	1	20 X Ø 110	ANSI 4340	
15	8917440-01-01-09	EJE EXTERIOR	1	132 X Ø 115	ANSI 4340	
14		CHUACERA	1	FY 35 TF		Normalizado
13	8917440-01-01-08	PLACA INFERIOR SISTEMA DE CORTE	1	575 X 195	A-36	
12	8917440-01-01-07	VOLANTE EJE EXTERIOR	1	55 X Ø 140	SAE 1018	
11		CHAVETA	1	10X8X2		DIN 6885
10	8917440-01-01-06	VOLANTE EJE INTERIOR	1	55 X Ø 140	SAE 1018	
9		CHAVETA	1	6X6X35		DIN 6885
8	8917440-01-01-05	EJE INTERIOR	1	250X Ø 60	ANSI 4340	
7		CHUACERA	1	FY 20 TF		Normalizado
6	8917440-01-01-04	SEPARADOR ROSCADO DE PLACAS	4	220 X Ø 20 X 1MM	SAE 1018	
5	8917440-01-01-03	PLACA SUPERIOR SISTEMA DE CORTE	1	575 X 195	A-36	
4	8917440-01-01-02	SOPORTE TIPO T	1	50 X 45 X65	A-36	
3		CABEZA HORQUILLA M10	1	SISALMOM 1.25		Normalizado
2		CILINDRO DE BOBIE EFECTO	1	Ø80 X 32 Ø60 PPV/A40		Normalizado
1	8917440-01-01-01	BASE SUECION CILINDRO AVANCE	2	205X 105X71	A-36	
N. de Pieza	Norma	Denominación	Cant.	Dim. Brutas	Materia	Observaciones
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA						
CONJUNTO SISTEMA MECANICO			Escala:	1:2	Código:	8917440-01-01
Diseño:			F. Calatortanol, Quinga			
Dibujo:			F. Calatortanol, Quinga			
Revisó:			Ing. Homero Yanchapaxi			
			20/02/2015			
			Tot. Gdal.: 2.1			



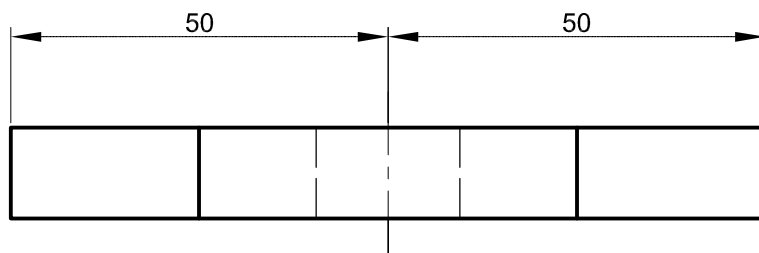
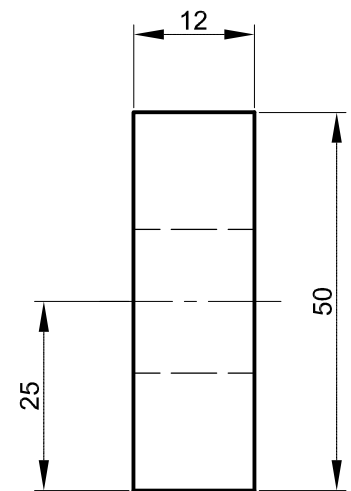
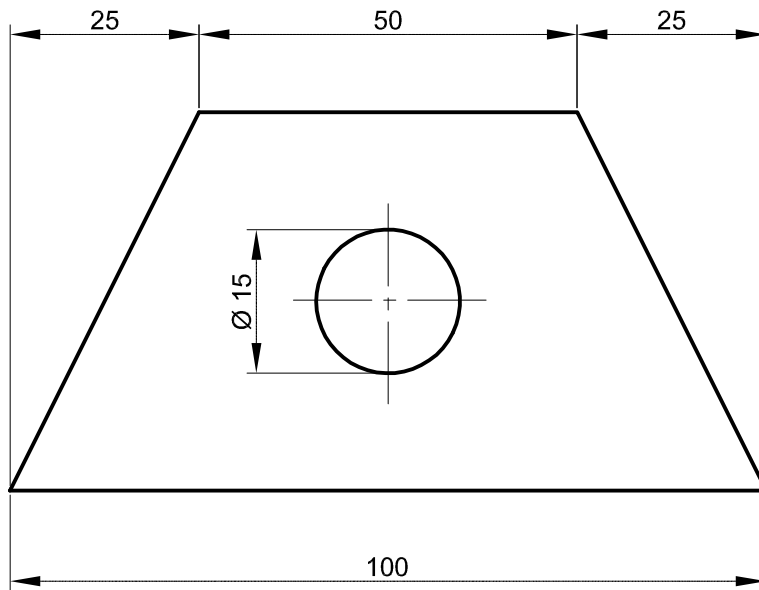
1

2	8917440-01-01-01-02	Placa Sujeción	4	60 x 105 x 12	A - 36	Pintura
1	8917440-01-01-01-01	Placa anclaje	2	205 x 105 x 12	A - 36	Pintura
N. de Pieza	Norma	Denominación	Cant.	Dim. Brutas	Material	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
			Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
			Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015	
BASE SUJECIÓN CILINDRO DE AVANCE		Escala: 1: 2	Código:	8917440-01-01-01	Tol. Gral.: ± 0,1	



DETALLE "A"
ESC:1:1

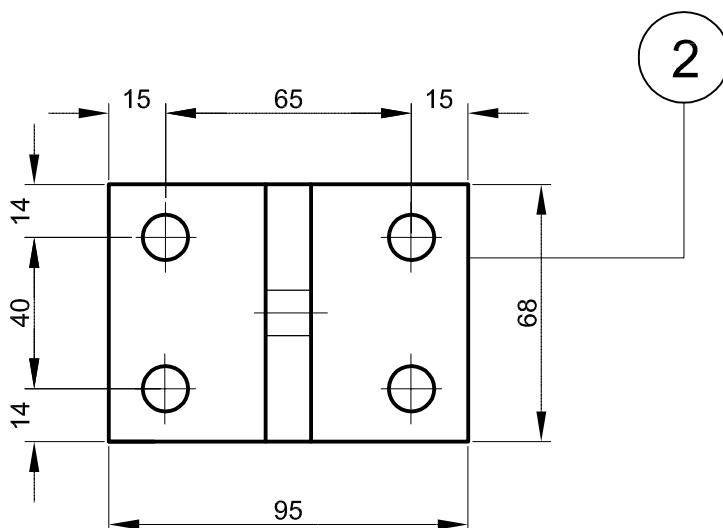
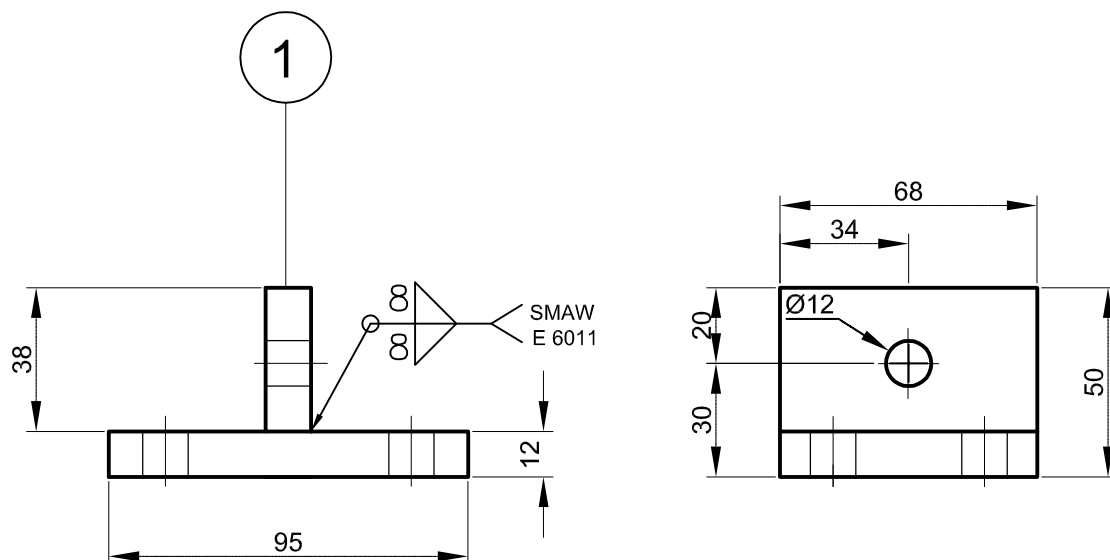
Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	PINTURA	A-36	205 X 105 X 12
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi
PLACA DE ANCLAJE	Escala: 1 : 2	Código:	8917440-01-01-01-01
		Tol. Gral.: ± 0,1	



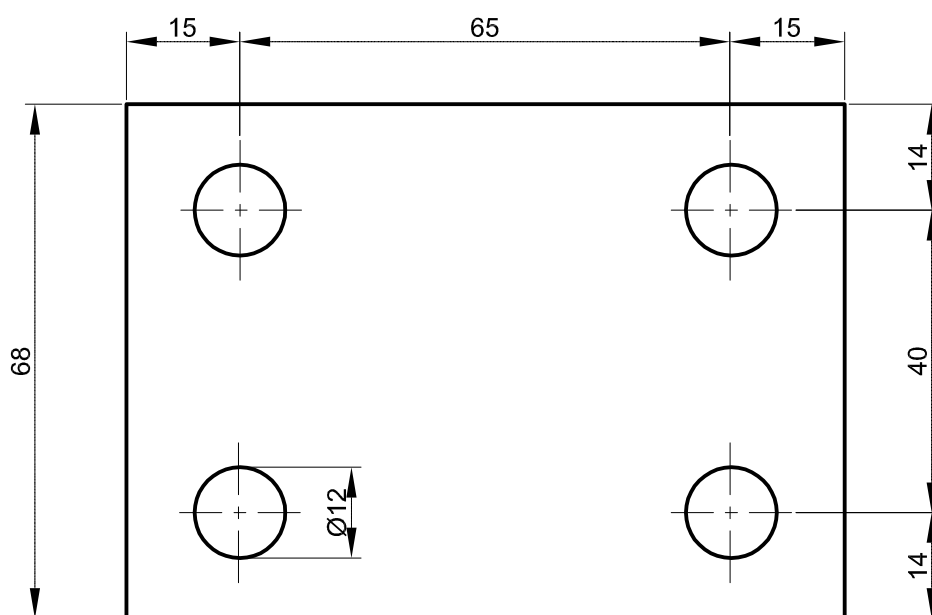
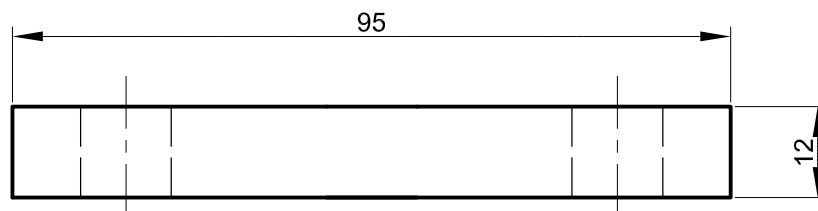
Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	A-36	Dim. brutas:	60 X 105 X 12
Recubrimiento:	PINTURA	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015	
PLACA DE SUJECIÓN	Escala: 1:1	Código:	8917440-01-01-01-02	Tol. Gral.:	± 0,1

UPS

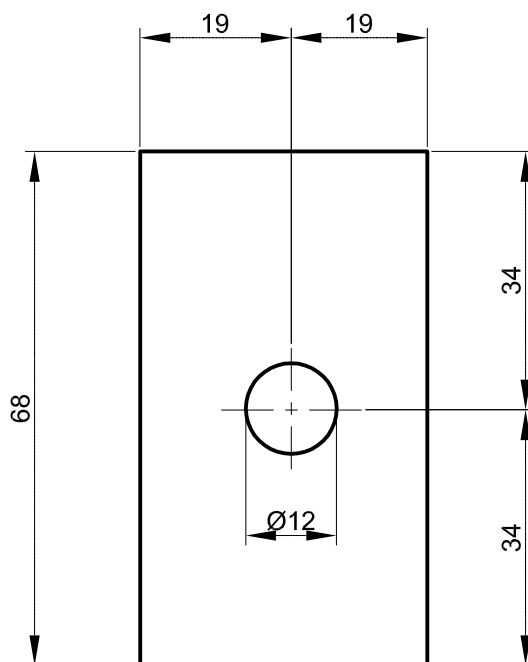
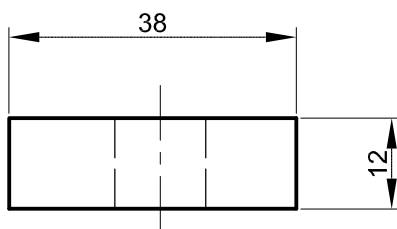
N8



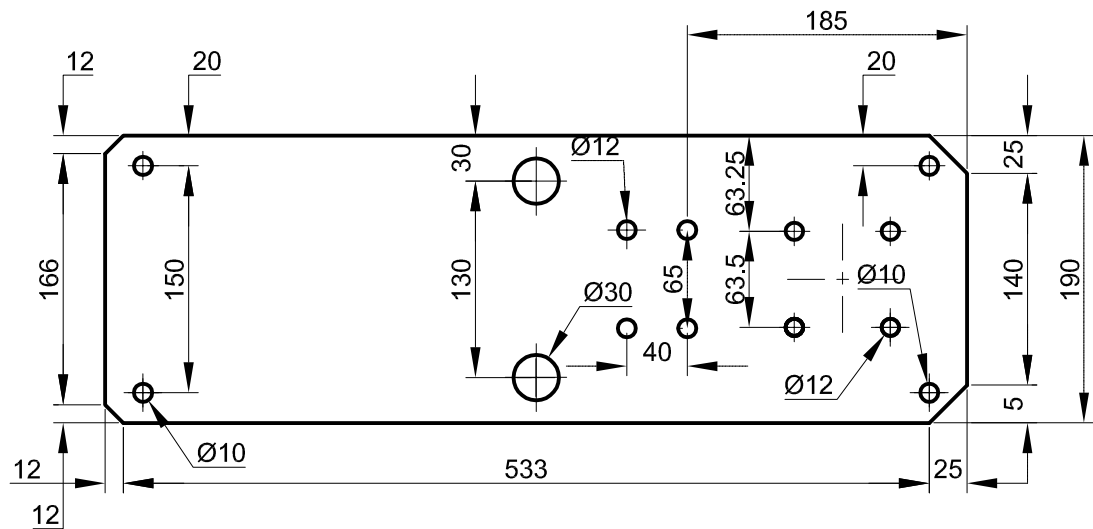
2	8917440-01-01-02-02	Placa Sujeción		40 x 70 x 12	A - 36	Pintura
1	8917440-01-01-02-01	Placa Base		100 x 70 x 12	A - 36	Pintura
N. de Pieza	Norma	Denominación	Cant.	Dim. Brutas	Material	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
			Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
			Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015	
SOPORTE TIPO T		Escala: 1:2	Código:	8917440-01-01-02	Tol. Gral.: ± 0,1	



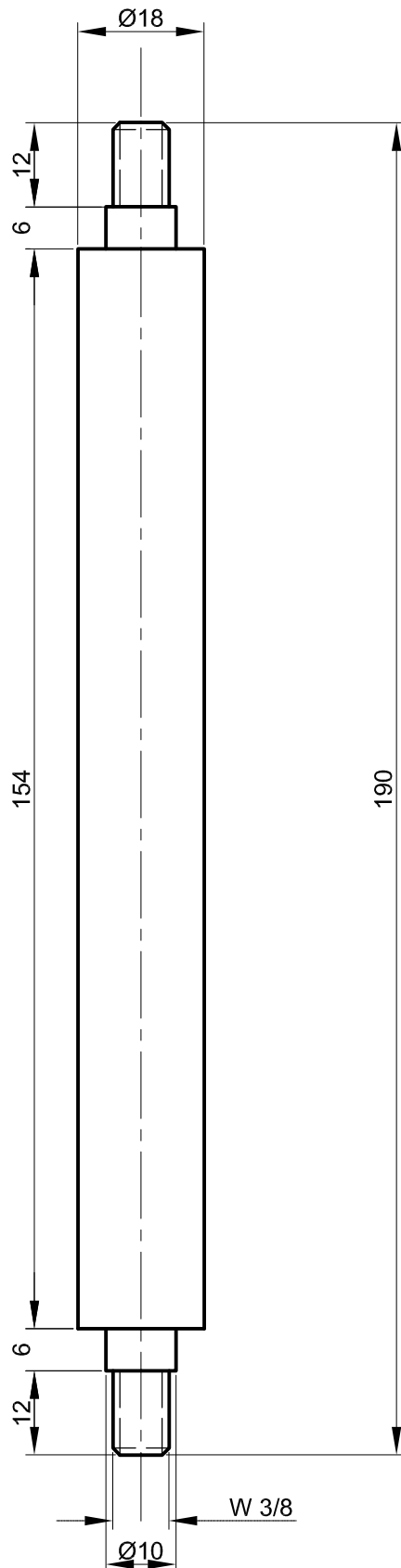
Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	PINTURA	A-36	100 X 70 X 12
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga 14/02/2015
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga 14/02/2015
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi 20/02/2015
PLACA BASE	Escala: 1:1	Código:	8917440-01-01-02-01 Tol. Gral.: ± 0,1



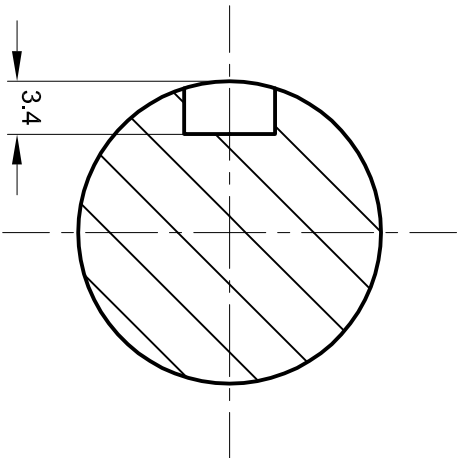
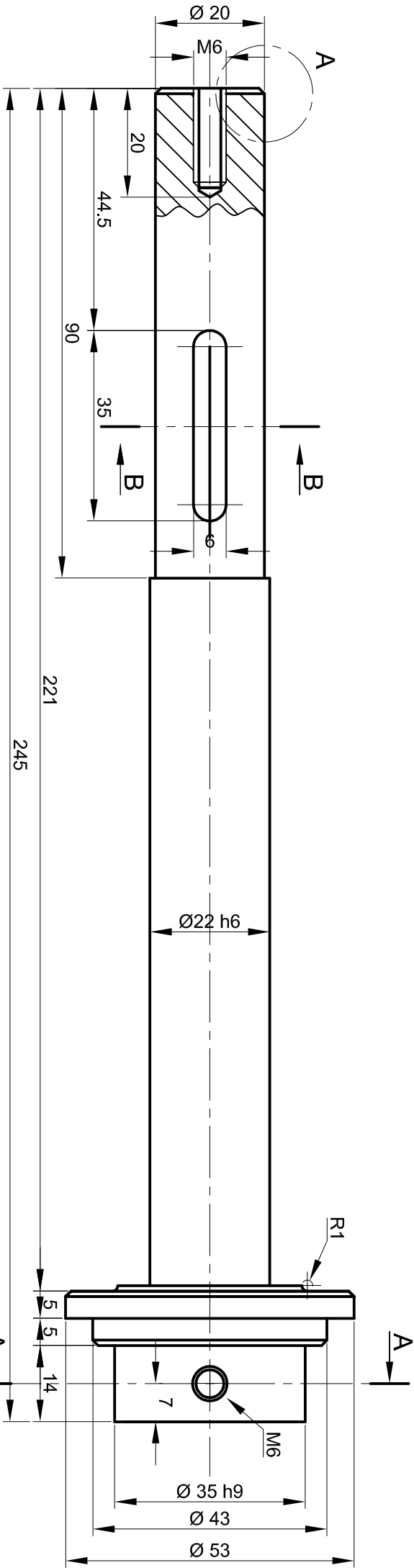
Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	PINTURA	A-36	40 x 70 x 12
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	F. Calahorrano/L. Quinga
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi
PLACA SUJECIÓN	Escala: 1:1	Código:	8917440-01-01-02-02
		Tol. Gral.: ± 0,1	



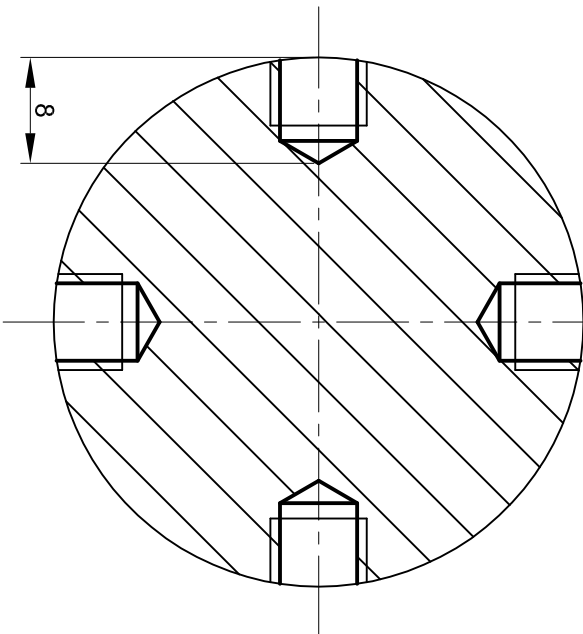
Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:		Dim. brutas:	
Recubrimiento:	PINTURA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015
			Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015
			Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015
PLACA SUPERIOR SISTEMA DE CORTE		Escala: 1 : 5	Código:	8917440-01-01-03	Tol. Gral.: ± 0,1



Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	SAE 1018	Dim. brutas:	195 X \varnothing 20
Recubrimiento:	N.A.	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015	
SEPARADORES ROSCADO DE PLACAS	Escala: 1:1	Código:	8917440-01-01-04	Tol. Gral.:	$\pm 0,1$



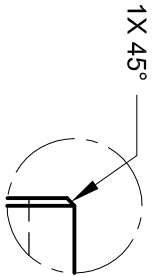
ESC:2:1



ESC:1:1

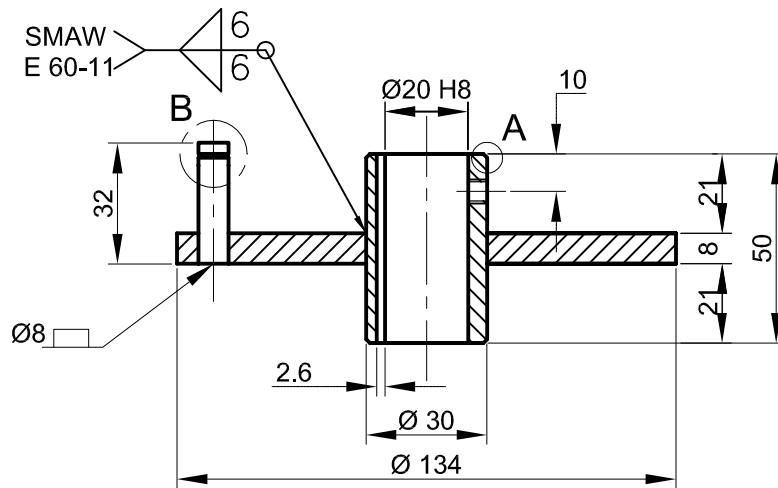
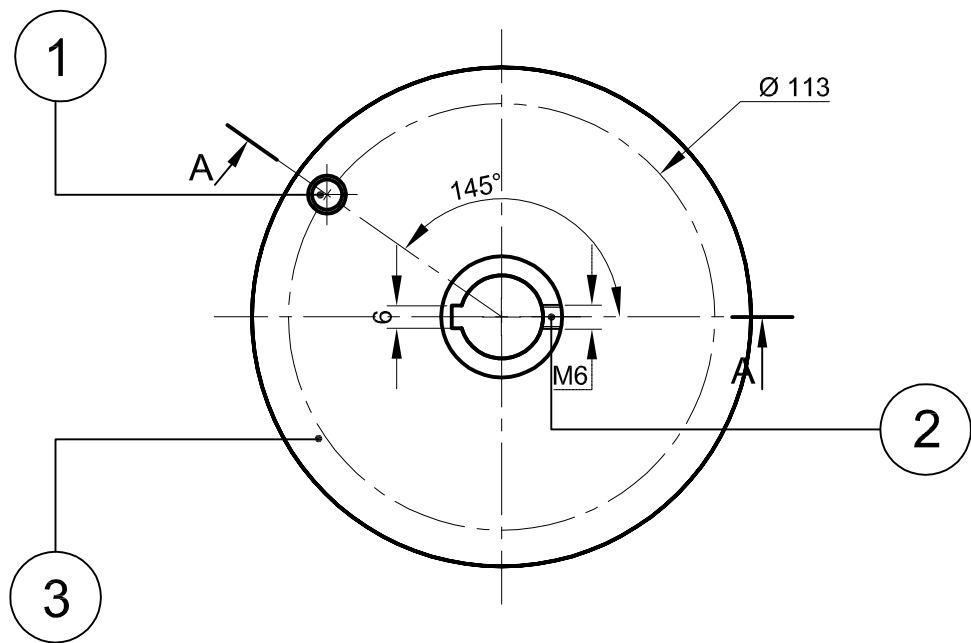
TABLA DE AJUSTES

Ø	CALIDAD	AJUSTE
35	h9	0 -1.5
22	h6	0 -0.4

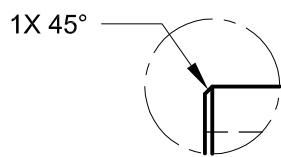
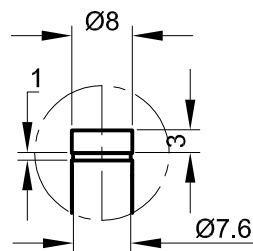


DETALLE "A"
TÍPICO CHAPLANES

Tratamiento Térmico:		N.A.		Material:		Dim. brutas:	
Recubrimiento:		N.A.		Material:		250X Ø 60	
CARRERA DE INGENIERIA MECÁNICA		UPS		Diseño:		14/02/2015	
				Dibujó:		14/02/2015	
				Revisó:		20/02/2015	
EJE INTERIOR		Escala: 1 : 1		Código:		Tol. Gral.: ± 0,1	
				8917440-01-01-05			



SECCIÓN A-A

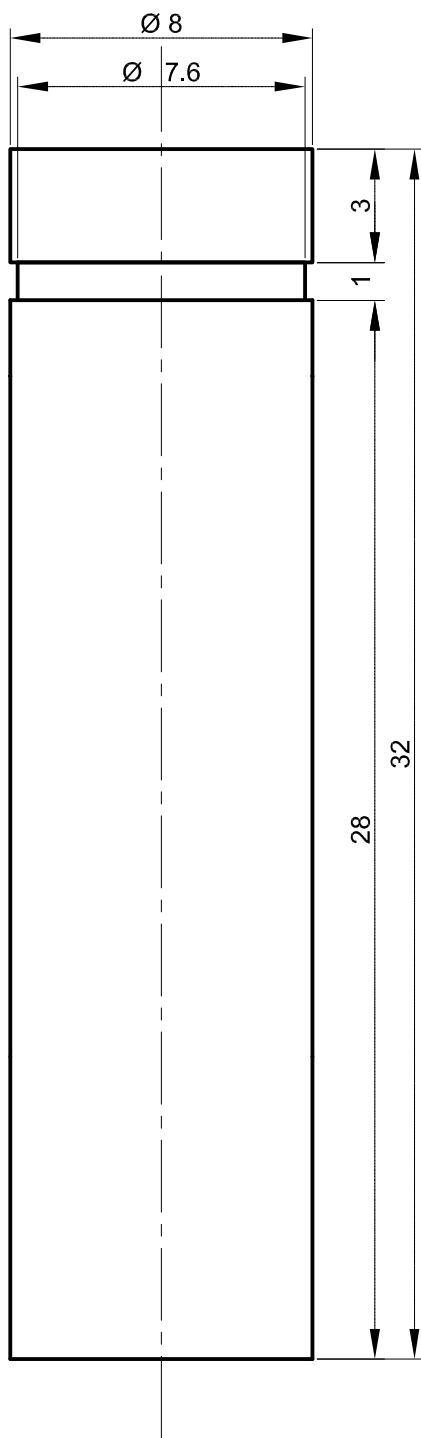
DETALLE "A"
TIPO CHAFLANES

DETALLE "B"

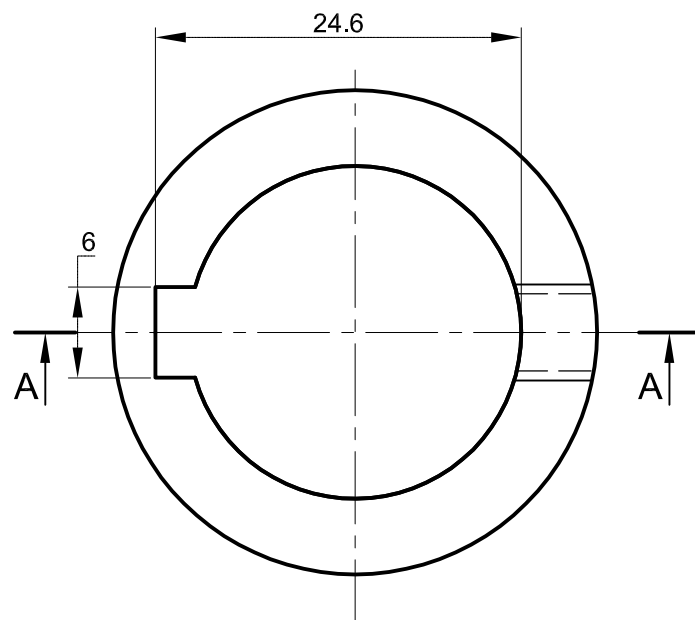
TABLA DE AJUSTES

Ø	CALIDAD	AJUSTE
20	H8	0 +0.8

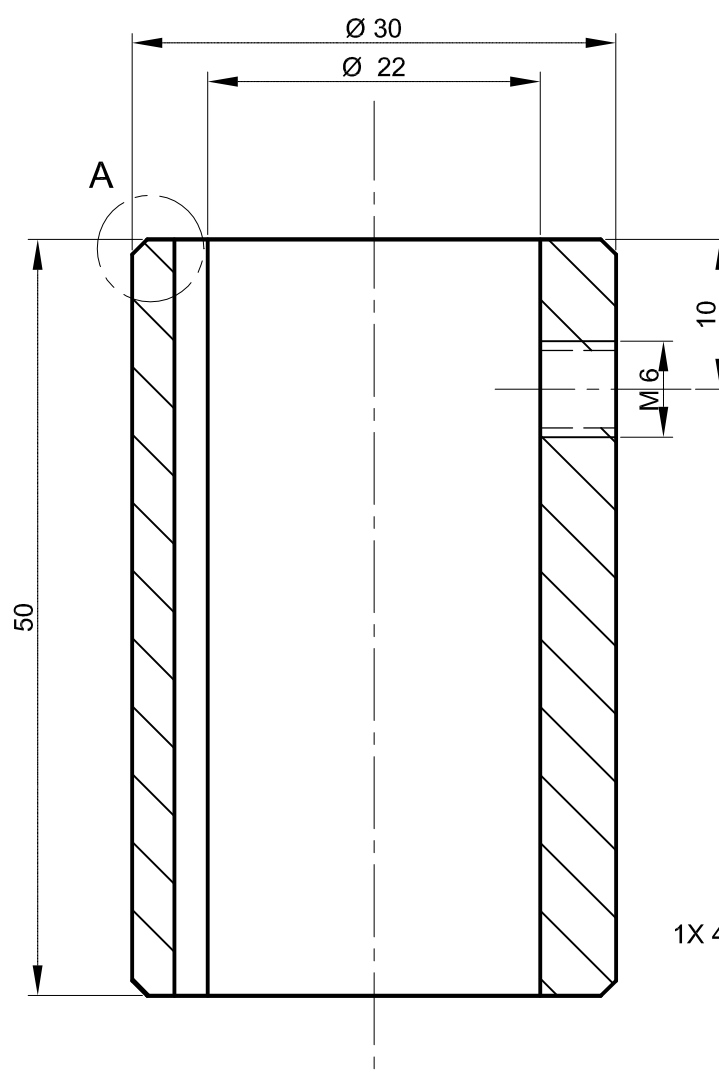
3	8917440-01-01-06-03	Disco	1	10 x Ø 140	SAE 1018	
2	8917440-01-01-06-02	Bocín	1	55 x Ø 35	SAE 1018	
1	8917440-01-01-06-01	Pasador	1	35 x Ø 10	SAE 1018	
N. de Pieza	Norma	Denominación	Cant.	Dim. Brutas	Material	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
			Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
			Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015	
EXCÉNTRICA EJE INTERIOR		Escala: 1 : 2	Código:	8917440-01-01-06	Tol. Gral.: ± 0,1	



Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	SAE 1018	Dim. brutas:	35 X Ø 10
Recubrimiento:	N.A.				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015	
PASADOR	Escala: 5 : 1	Código:	8917440-01-01-06-01	Tol. Gral.: ± 0,1	



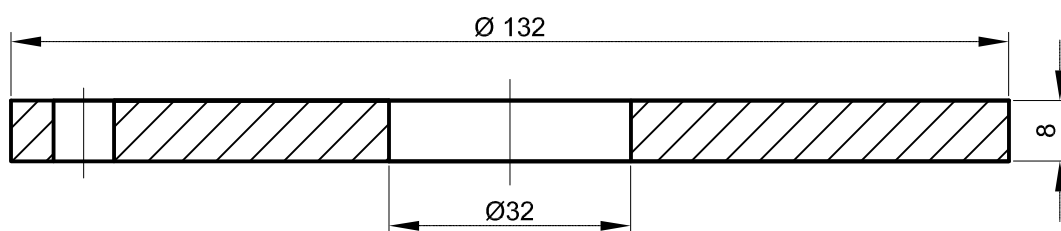
N8



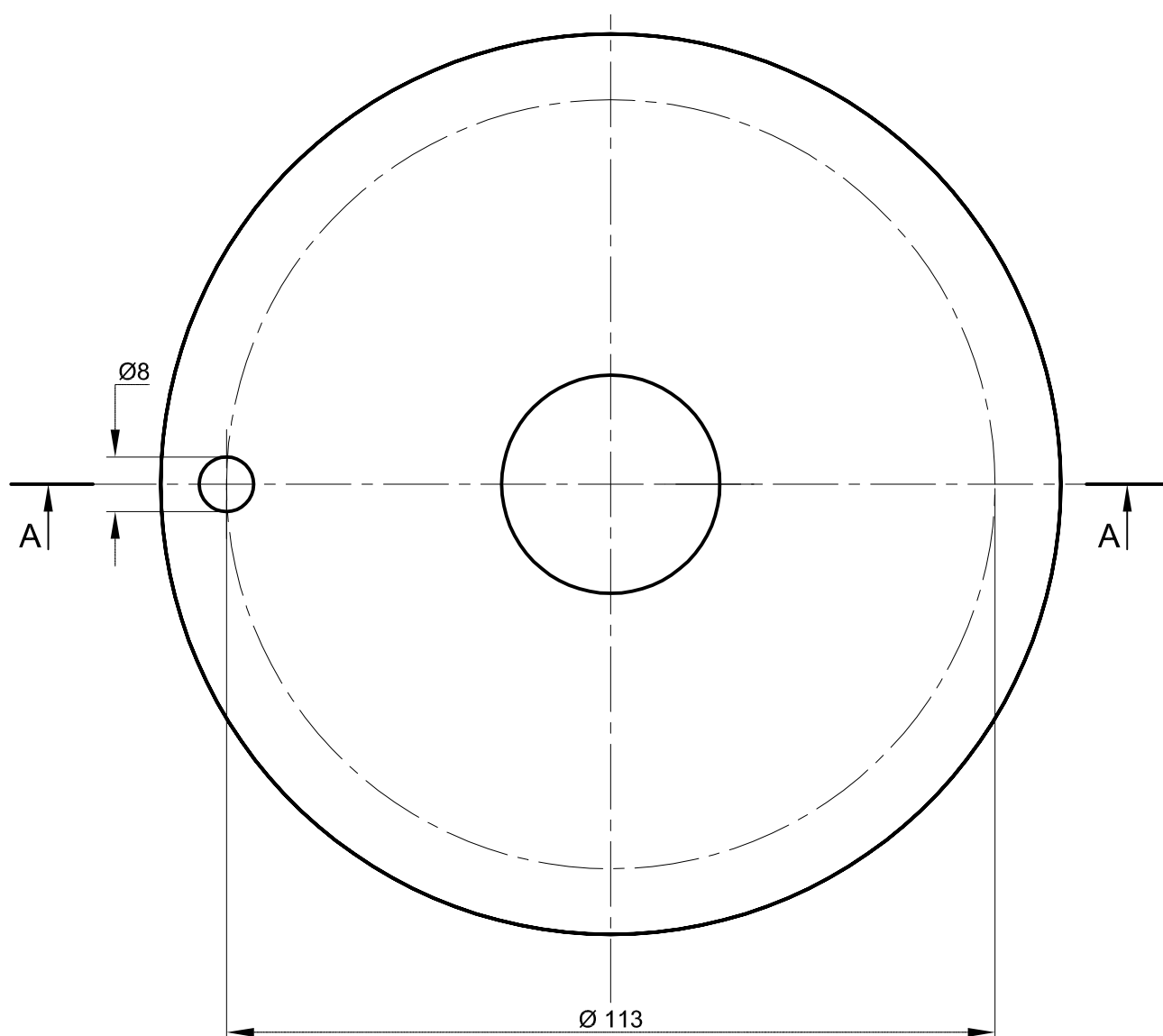
SECCIÓN A-A

DETALLE "A"
TÍPICO CHAFLANES

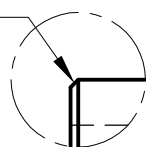
Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	SAE 1018	Dim. brutas:	55 X Ø 35
Recubrimiento:	N.A.				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015	
BOCÍN EXCÉNTRICA INTERIOR	Escala: 2 : 1	Código:	8917440-01-01-06-02	Tol. Gral.: ± 0,1	



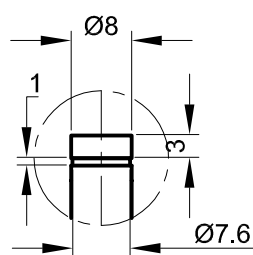
SECCIÓN A-A



Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	SAE 1018	Dim. brutas:	10 X Ø 140
Recubrimiento:	N.A.				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015	
DISCO EXCÉNTRICA INTERIOR	Escala: 1 : 1	Código:	8917440-01-01-06-03	Tol. Gral.: ± 0,1	



DETALLE "A"
TIPICO CHAFLANES

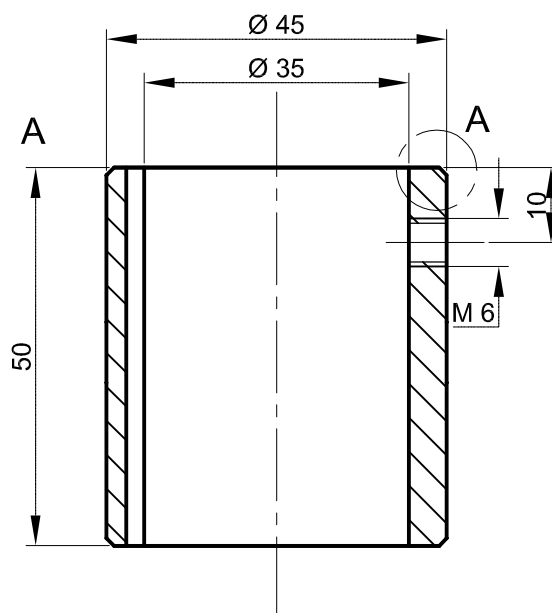
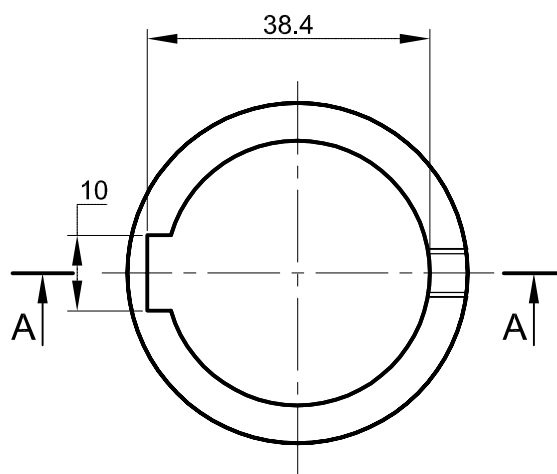


DETALLE "B"

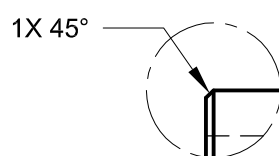
TABLA DE AJUSTES

Ø	CALIDAD	AJUSTE
35	H8	0 +0.8

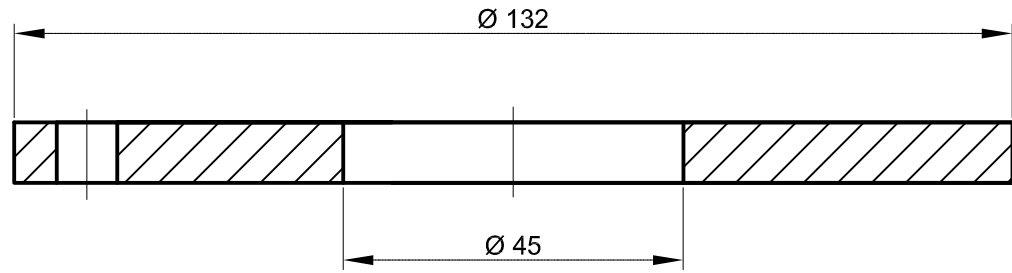
3	8917440-01-01-07-02	Disco	1	55 x Ø 50	SAE 1018	
2	8917440-01-01-07-01	Bocín	1	10 x Ø 140	SAE 1018	
1	8917440-01-01-06-01	Pasador	1	35 x Ø 10	SAE 1018	
N. de Pieza	Norma	Denominación	Cant.	Dim. Brutas	Material	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
			Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
			Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015	
EXCÉNTRICA EJE EXTERIOR		Escala: 1 : 2	Código:	8917440-01-01-07	Tol. Gral.: ± 0,1	



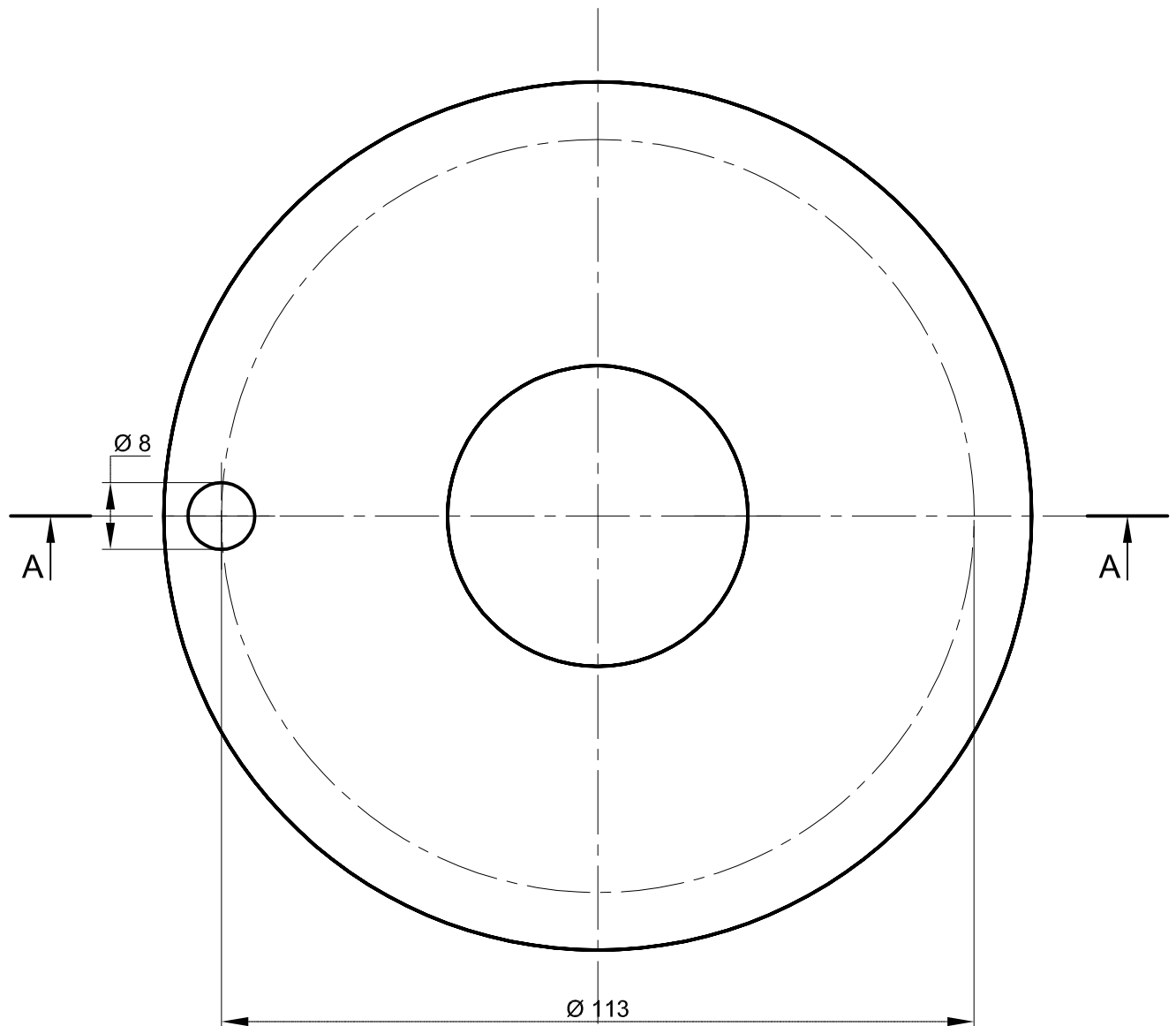
SECCIÓN A-A

DETALLE "A"
TÍPICO CHAFLANES

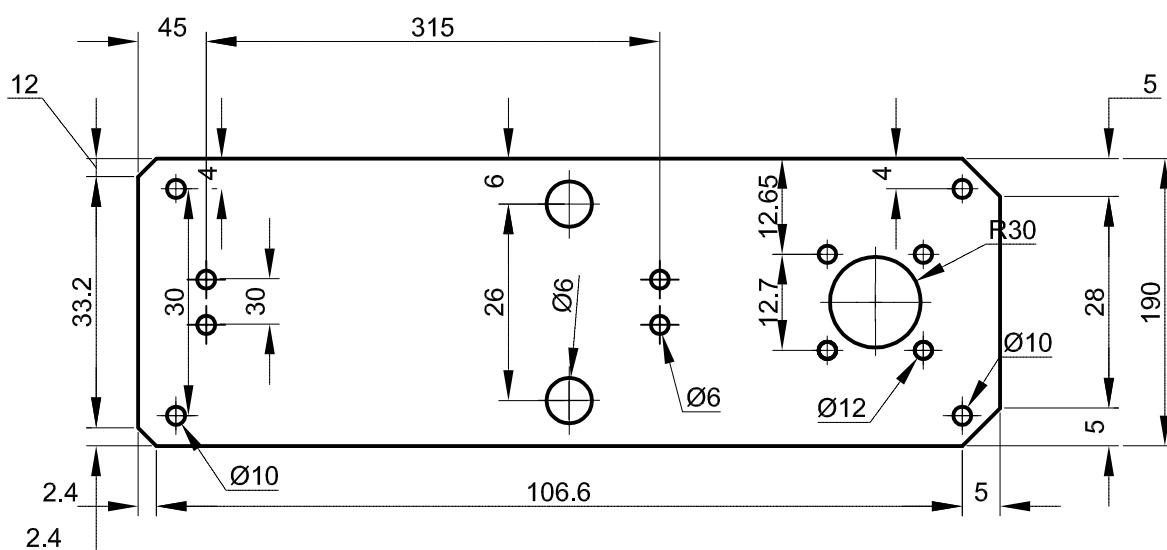
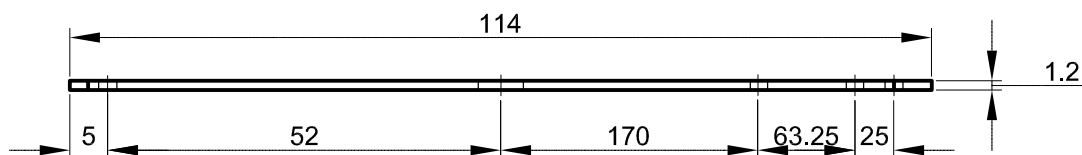
Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	SAE 1018	Dim. brutas:	55 X Ø 50
Recubrimiento:	N.A.				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015	
BOCÍN EXCÉNTRICA EXTERIOR	Escala: 2 : 1	Código:	8917440-01-01-07-01	Tol. Gral.: ± 0,1	



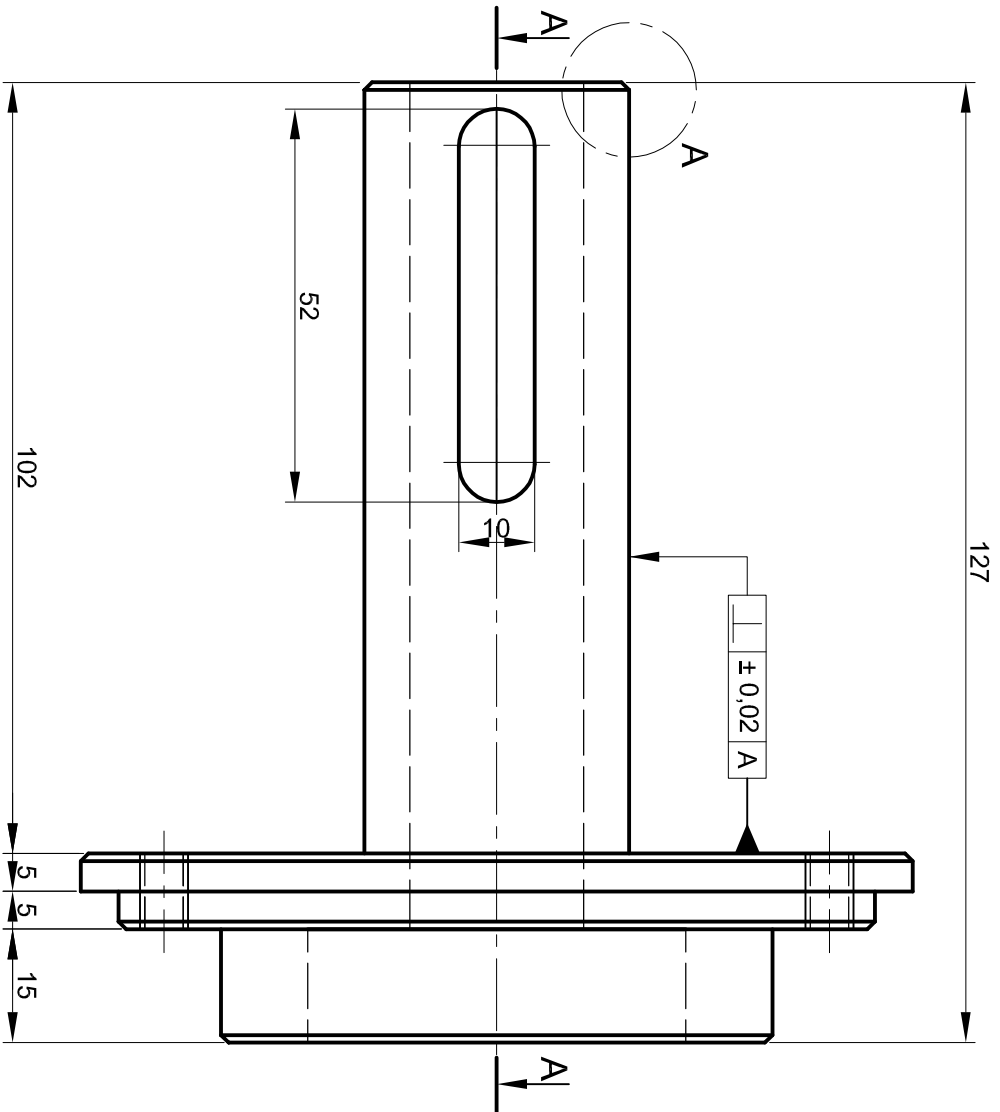
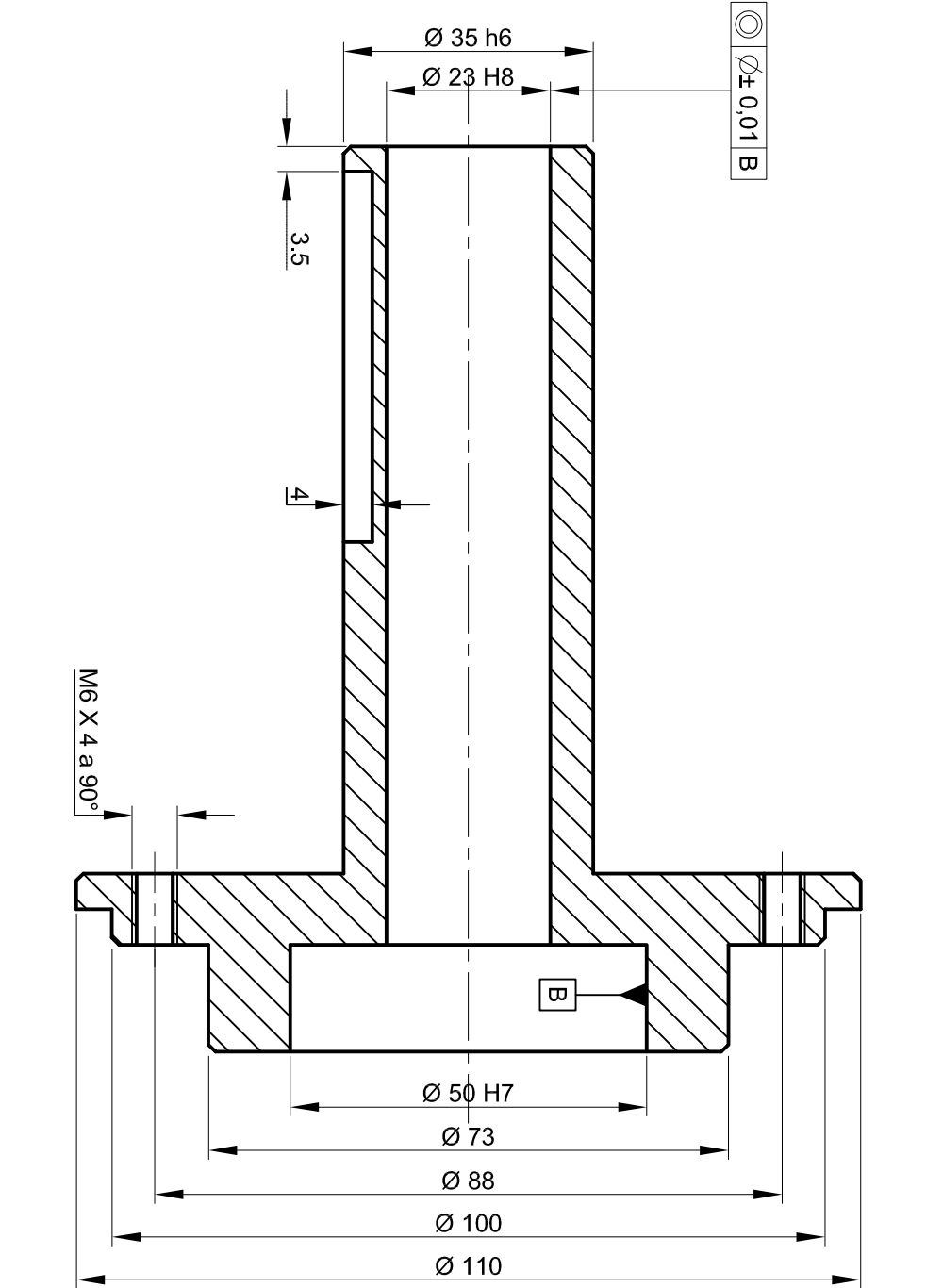
SECCIÓN A-A



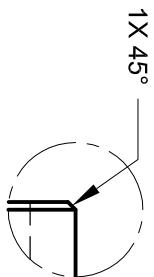
Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	SAE 1018	Dim. brutas:	10 X Ø 140
Recubrimiento:	N.A.				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015	
DISCO EXCÉNTRICA EXTERIOR	Escala: 1 : 1	Código:	8917440-01-01-07-02	Tol. Gral.: ± 0,1	



Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	PINTURA	A-36	575 X 195
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga 14/02/2015
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga 14/02/2015
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi 20/02/2015
PLACA INFERIOR SISTEMA DE CORTE	Escala: 1 : 5	Código:	8917440-01-01-08 Tol. Gral.: ± 0,1



CORTE A-A



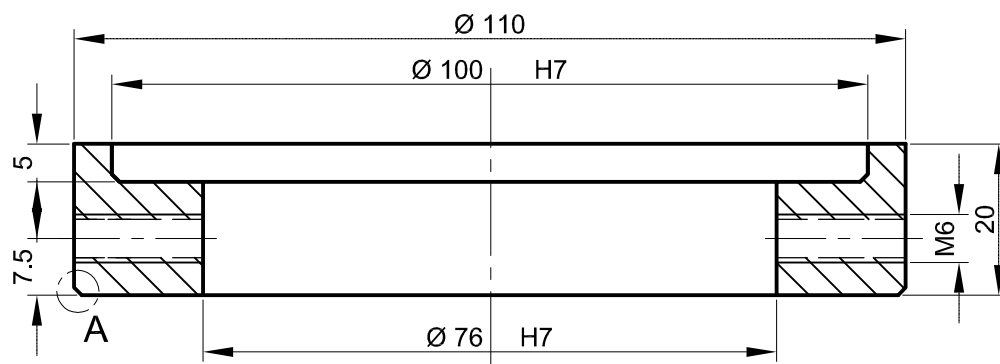
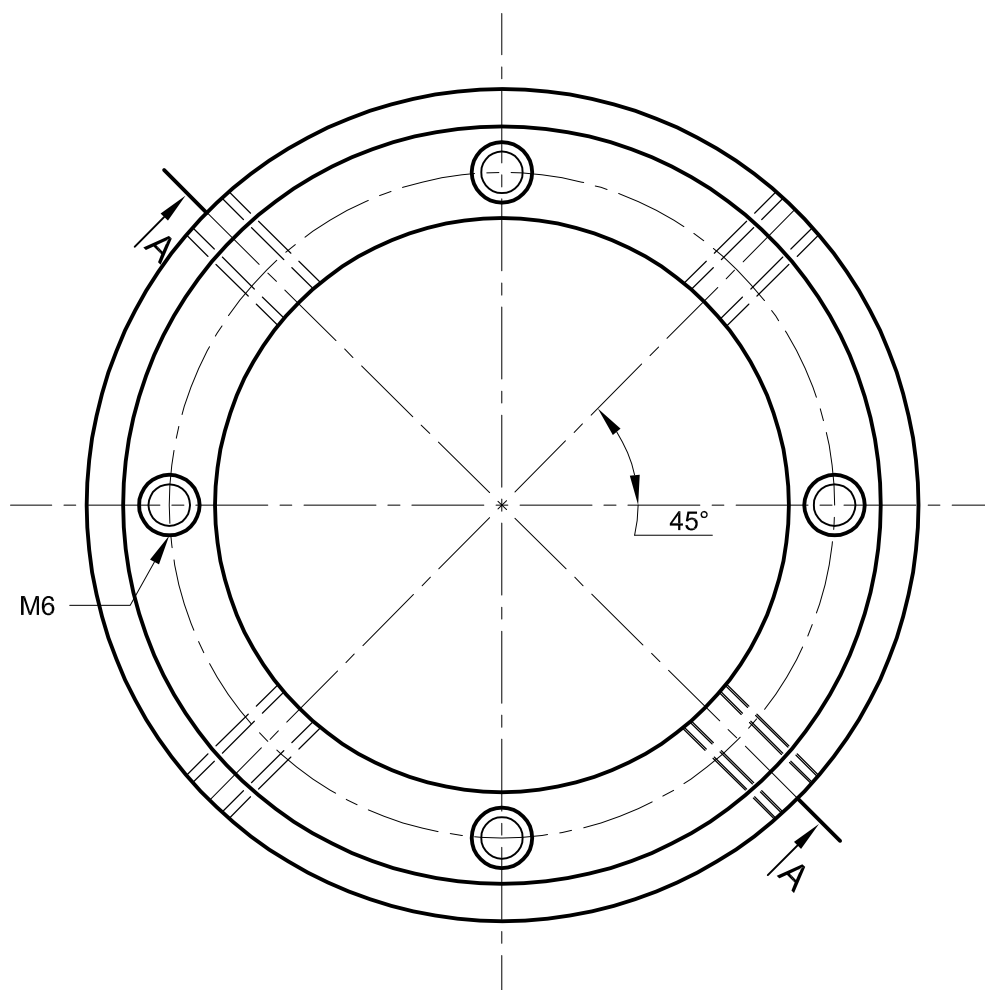
DETALLE "A"
TÍPICO CHAFLANES

TABLA DE AJUSTES

Ø	CALIDAD	AJUSTE
50	H7	0 +0.6
23	H8	0 +0.8
35	h6	0 -0.4

Tratamiento Térmico:		N.A.		Material:		Dim. brutas:			
Recubrimiento:		N.A.		AISI 4340		132 X Ø 115			
CARRERA DE INGENIERIA MECÁNICA				UPS					
EJE EXTERIOR				Escala: 1 : 1		Código: 8917440-01-01-09		Tol. Gral.: ± 0,1	

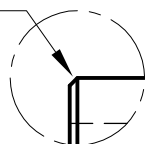
N8



SECCIÓN A-A

TABLA DE AJUSTES

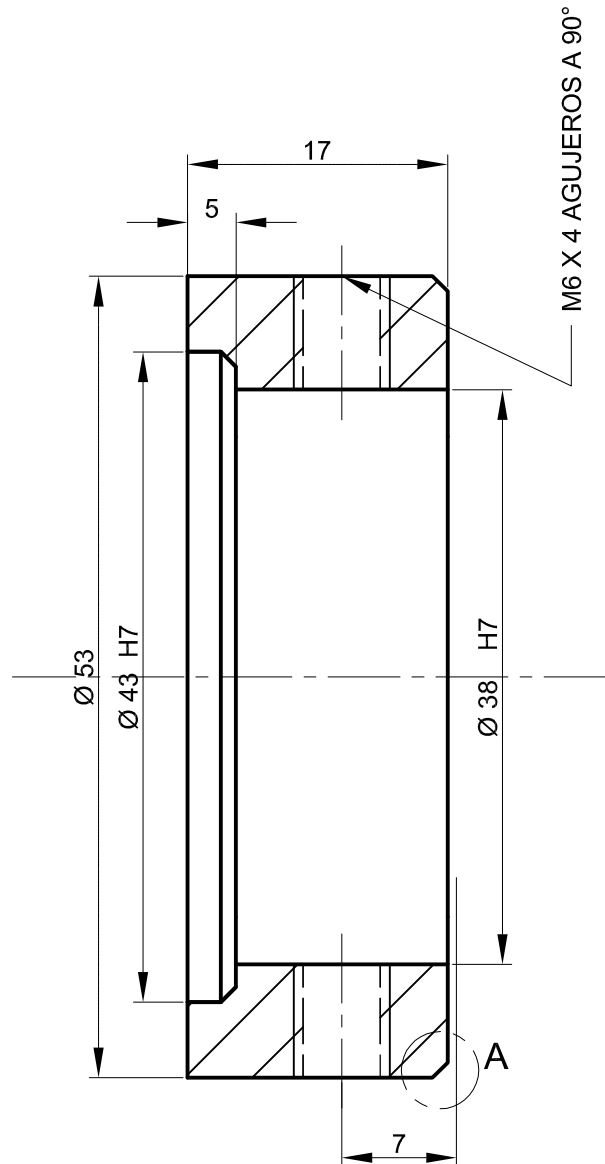
1X 45°

DETALLE "A"
TÍPICO CHAFLANES

Ø	CALIDAD	AJUSTE
76	H7	0 +0.7
100	H7	0 +0.8

Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	N.A.	Material:	25 X Ø115
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi
ACOPLE DE CUCHILLA EXTERIOR		Código:	8917440-01-01-10
Escala:		Tol. Gral.:	
1 : 1		± 0,1	

UPS



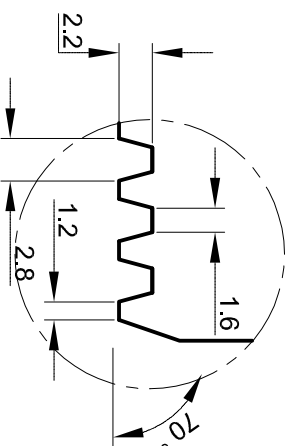
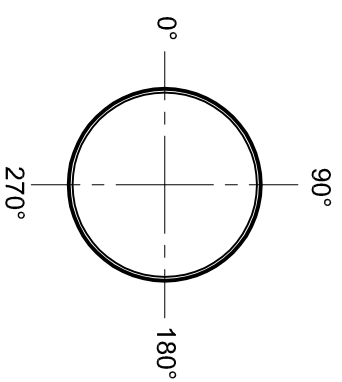
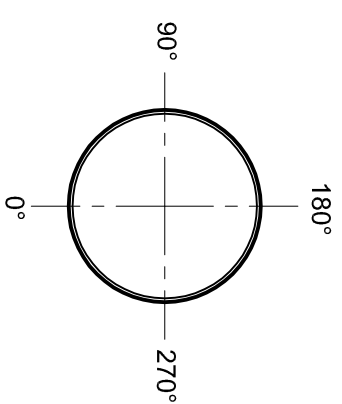
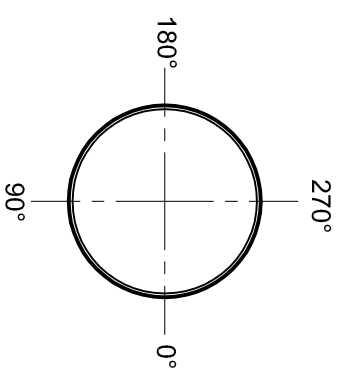
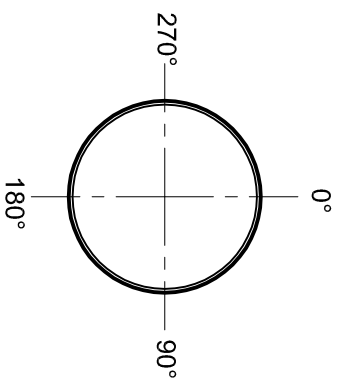
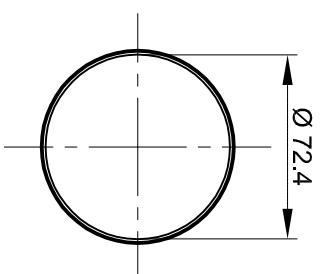
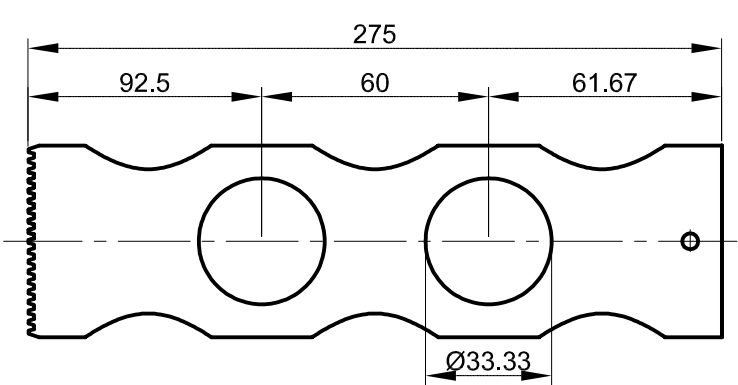
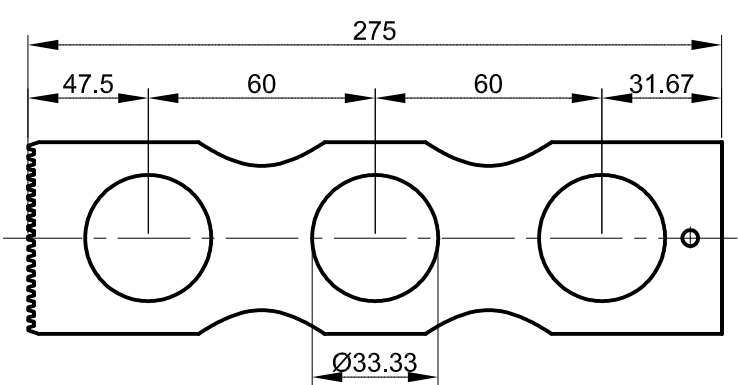
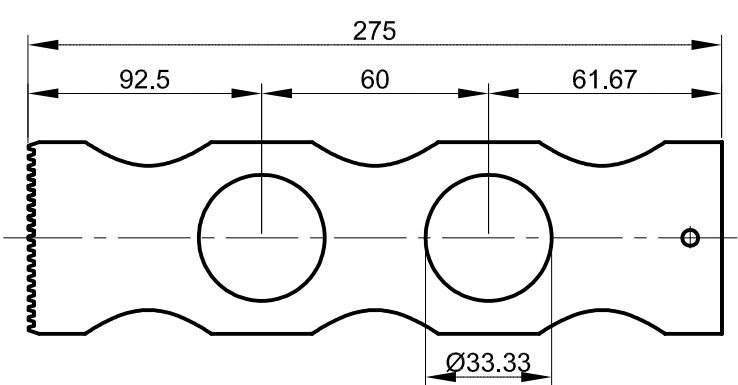
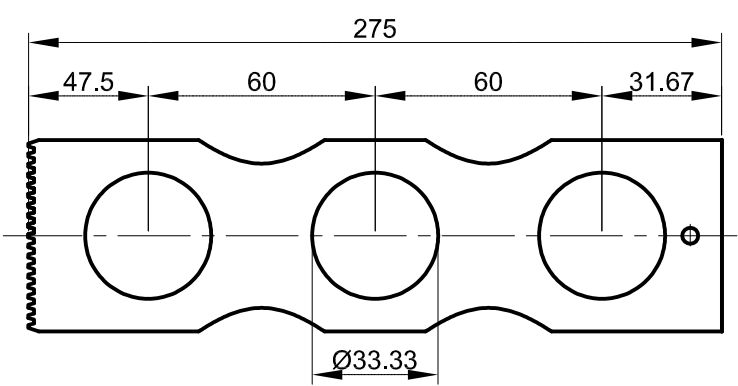
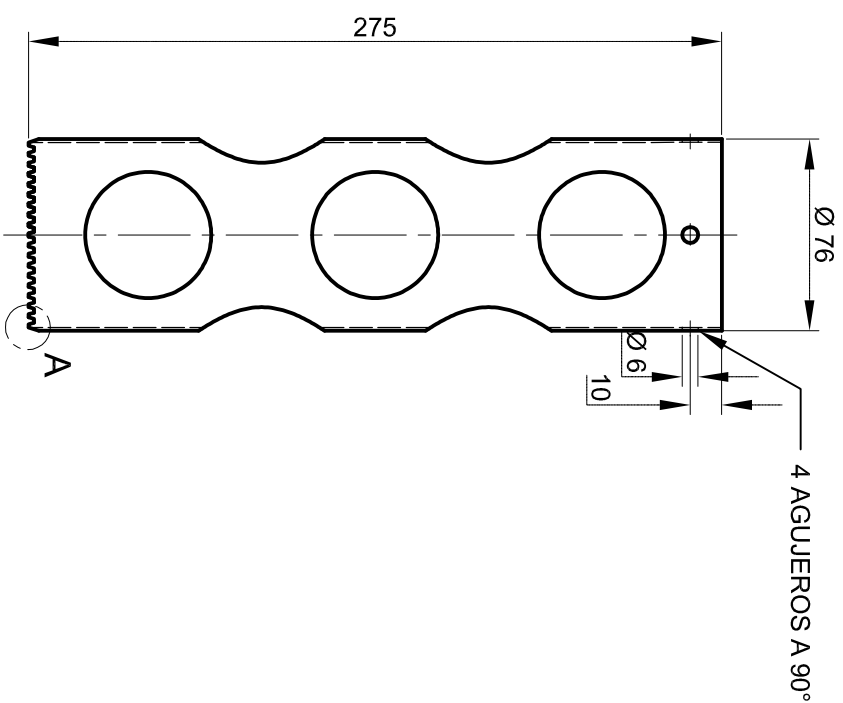
1X 45°

DETALLE "A"
TIPO CHAFLANES

TABLA DE AJUSTES

\varnothing	CALIDAD	AJUSTE
38	H7	0 +0.6
43	H7	0 +0.6

Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	N.A.	Material:	Dim. brutas:
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		AISI 4340	25 X Ø60
UPS		Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi
ACOPLE DE CUCHILLA INTERIOR	Escala: 1 : 1	Código:	8917440-01-01-11
			Tol. Gral.: ± 0,1

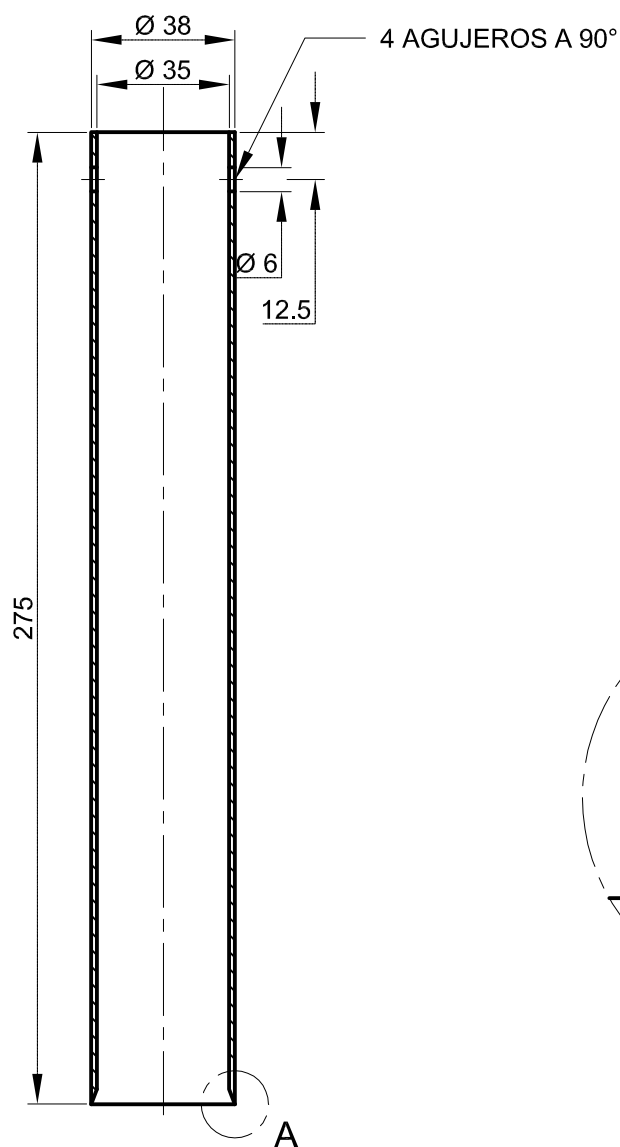


DETALLE PARA PERFORACIONES DEL CUERPO DE LA CUCHILLA

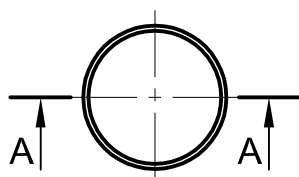
Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	Dim. brutas: 280 X Ø 76	
Recubrimiento:	N.A.			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	F. Calahorra no/L. Quinga	14/02/2015
		Dibujó:	F. Calahorra no/L. Quinga	14/02/2015
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015
		Código:	8917440-01-01-12	Tol. Gral.: ± 0,5
CUCHILLA EXTERIOR	Escala: 1:2			

DETALLE "A"
AFILADO Y DIENTES

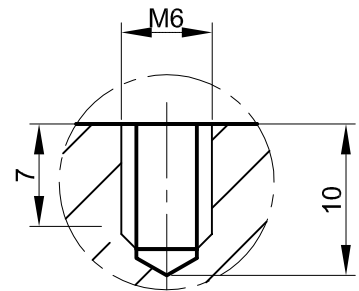
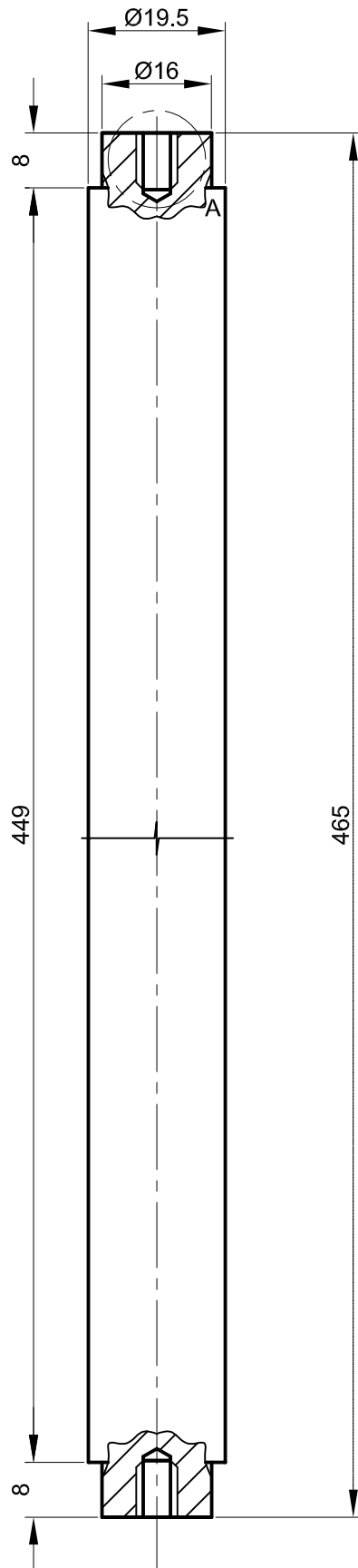
ESC:2:1



ESC:3:1

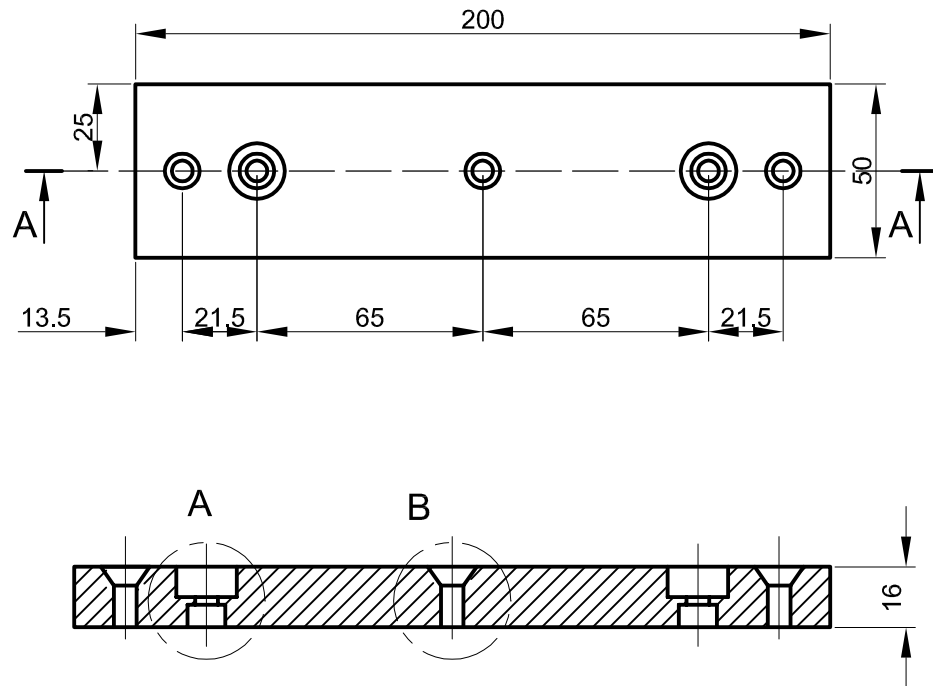


Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	AISI 304	Dim. brutas:	280 X Ø38
Recubrimiento:	N.A.				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015	
CUCHILLA INTERIOR	Escala: 1 : 2	Código:	8917440-01-01-13	Tol. Gral.: ± 0,1	

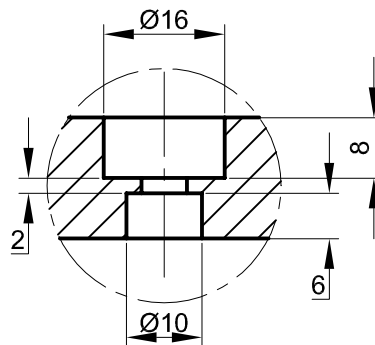


DETALLE "A"
ESC:2:1

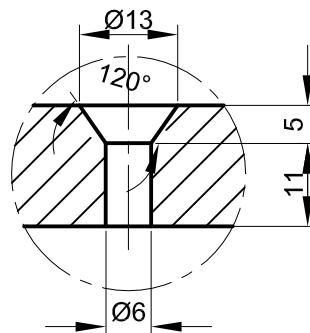
Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	ACERO PLATA	Dim. brutas:	470 X Ø 20
Recubrimiento:	N.A.				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga	05/02/2015	
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	05/02/2015	
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	05/02/2015	
EJES GUÍAS	Escala: 1 : 1	Código:	8917440-01-01-014	Tol. Gral.: ± 0,1	



CORTE A-A

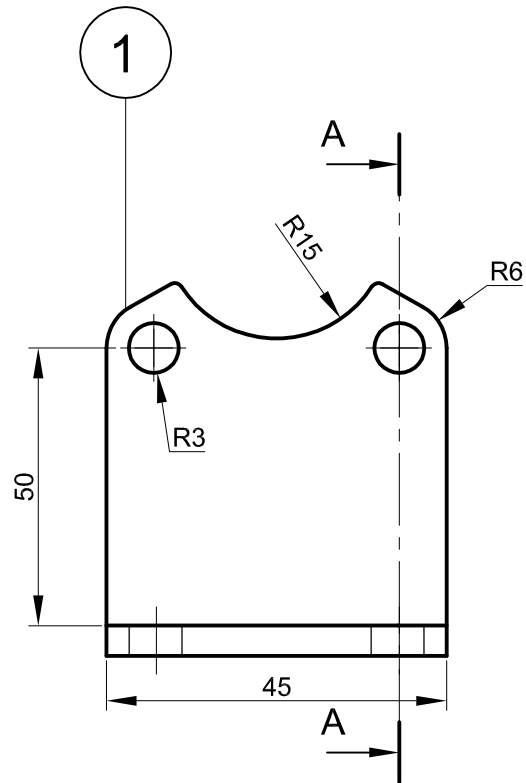


DETALLE "A" ESC:1:1

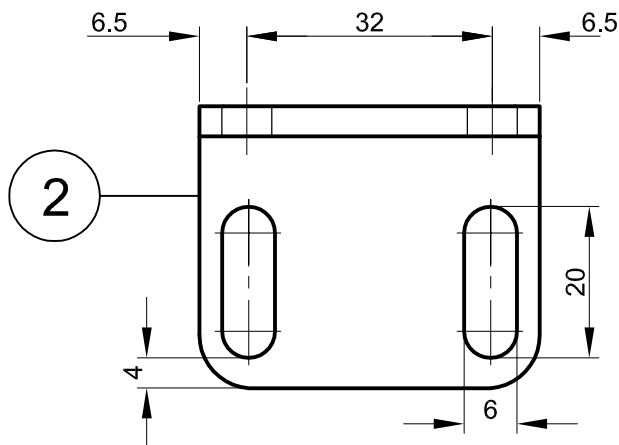


DETALLE "B" ESC:1:1

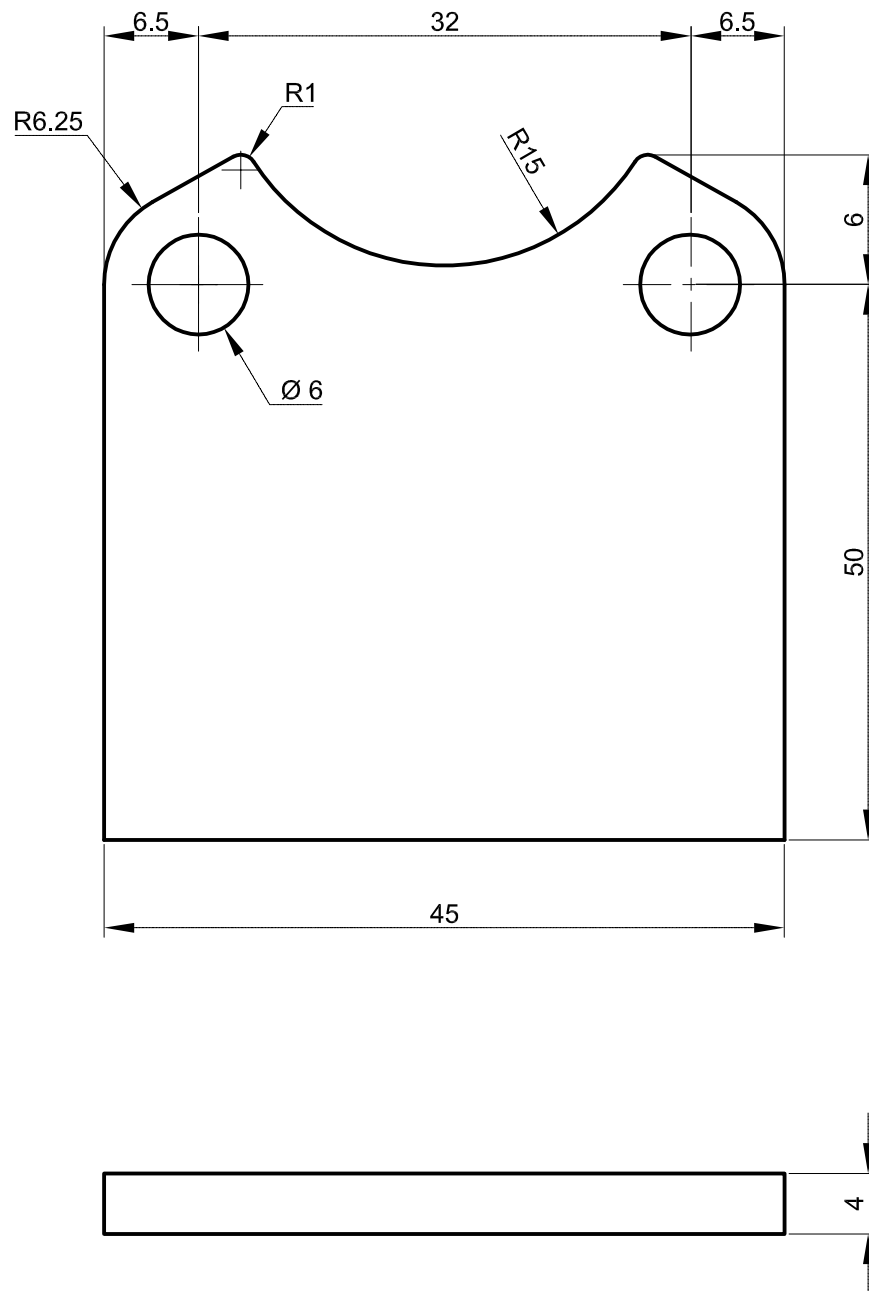
Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Pintura	A-36	205 X 55 X 16
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga 14/02/2015
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga 14/02/2015
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi 20/02/2015
BASE INFERIOR EJE GUÍA	Escala: 1:2	Código:	8917440-01-01-15 Tol. Gral.: ± 0,1



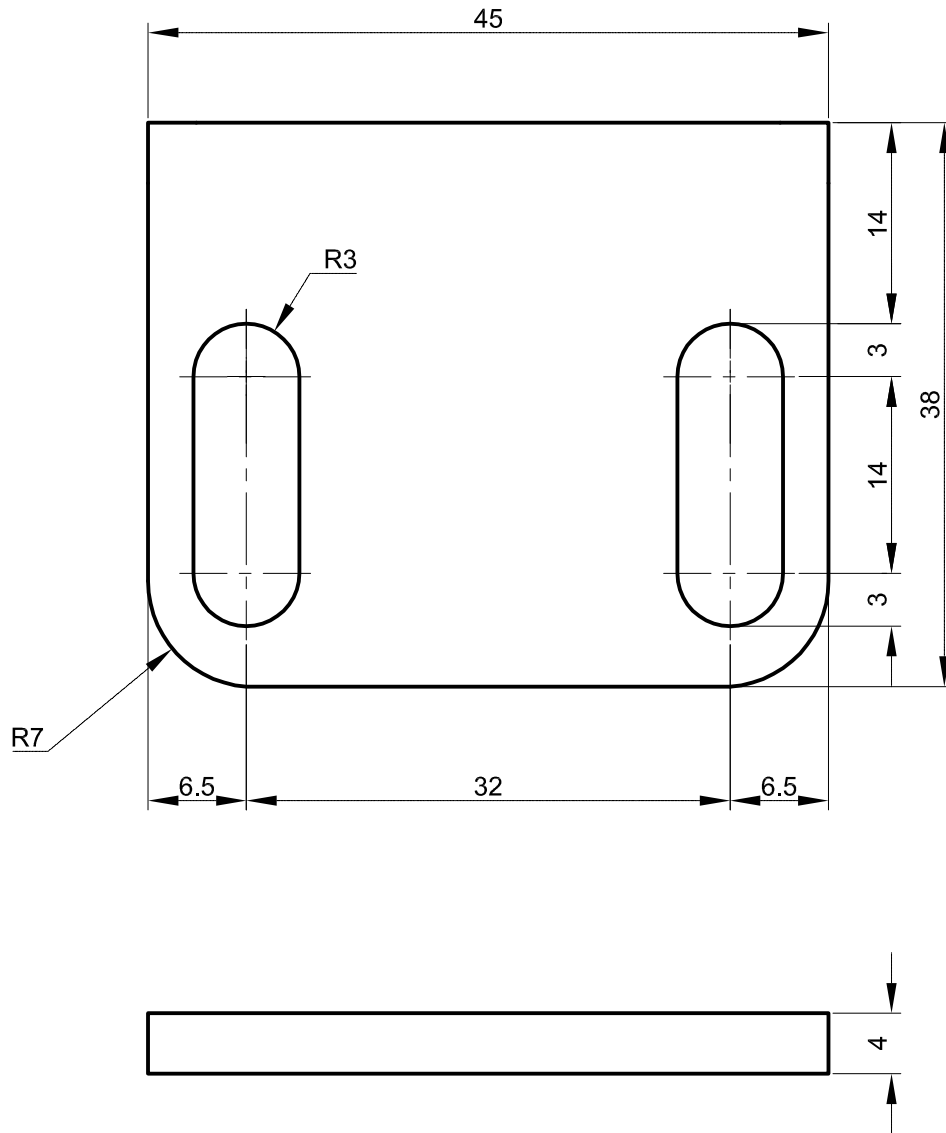
SECCION A-A



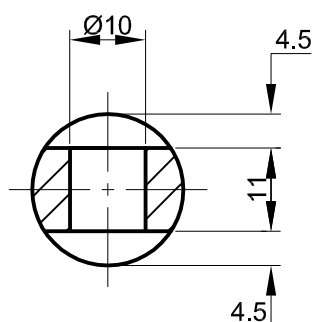
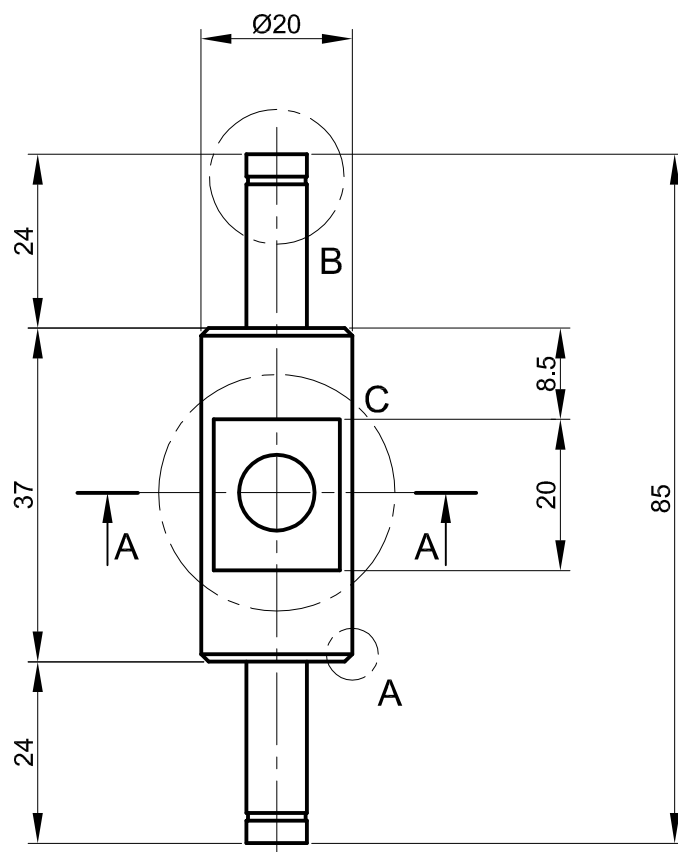
2	8917440-01-01-16-02	Placa Anclaje	2	40 x 50	A - 36	Zincado
1	8917440-01-01-16-01	Placa Sujeción	2	65 x 55	A - 36	Zincado
N. de Pieza	Norma	Denominación	Cant.	Dim. Brutas	Material	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Diseñó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
			Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
			Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015	
SOPORTE TIPO PIE		Escala: 1 : 1	Código:	8917440-01-01-16	Tol. Gral.: ± 1	



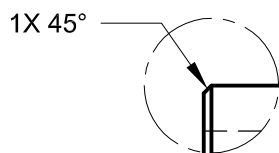
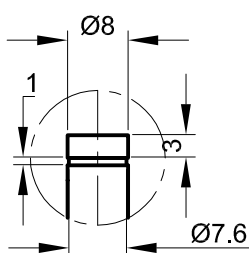
Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Zincado	A-36	60 x 50
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi
PLACA DE SUJECIÓN	Escala: 2 : 1	Código:	8917440-01-01-16-01
			Tol. Gral.: ± 1



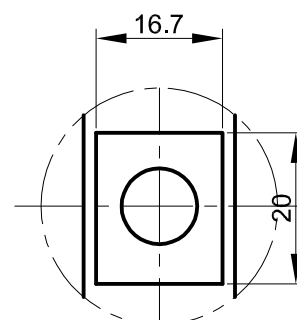
Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	Zincado	A-36	40 X 50
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi
PLACA DE ANCLAJE	Escala: 2 : 1	Código:	8917440-01-01-16-02
		Tol. Gral.: ± 1	



SECCIÓN A-A

DETALLE "A"
TÍPICO CHAFLANES

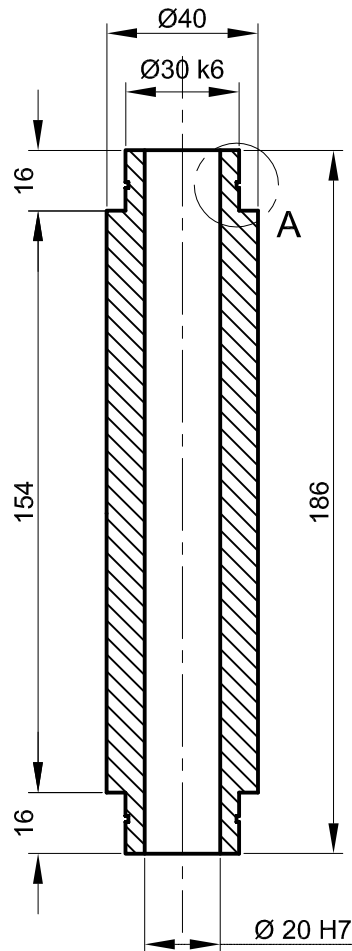
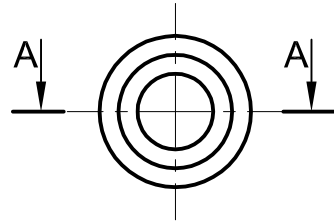
DETALLE "B"



DETALLE "C"

Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	SAE 1018	Dim. brutas:	90 X Ø25
Recubrimiento:	N.A.	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015	
EJE DE BIELAS	Escala: 1 : 1	Código:	8917440-01-01-17	Tol. Gral.:	± 0,1

UPS



CORTE A-A

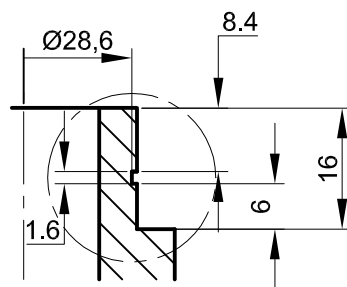
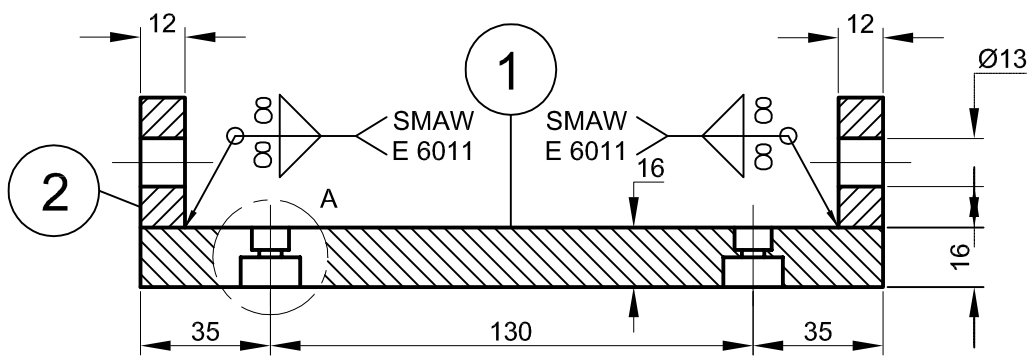
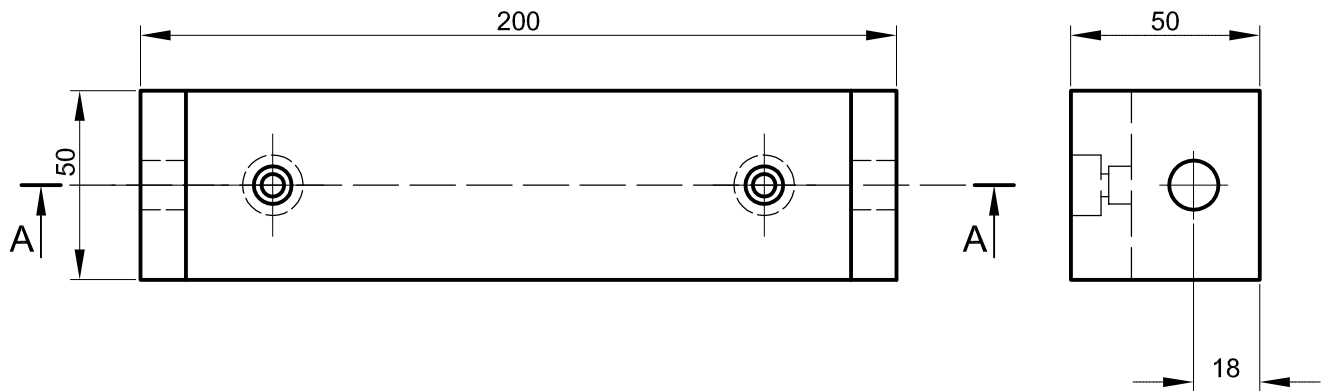

DETALLE "A"
ESC:1:1

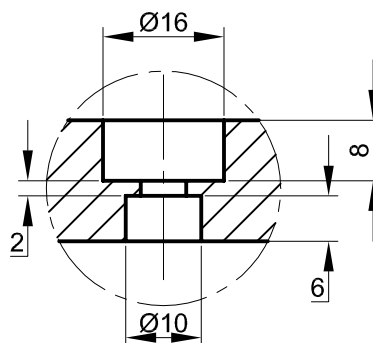
TABLA DE AJUSTES

Ø	CALIDAD	AJUSTE
20	H7	0 +0.5
30	k6	+0.3 +0.05

Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	AISI 4140	Dim. brutas:	185 X Ø 45
Recubrimiento:	N.A.				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015	
BUJE GUÍA	Escala: 1 : 2	Código:	8917440-01-01-18	Tol. Gral.: ± 0,1	

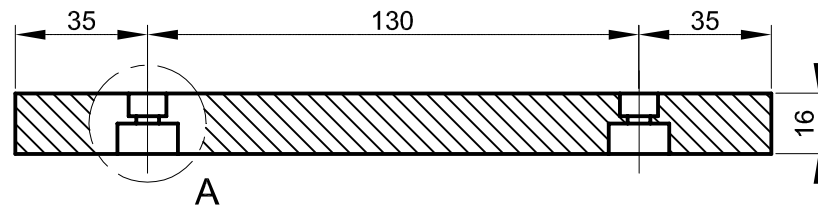
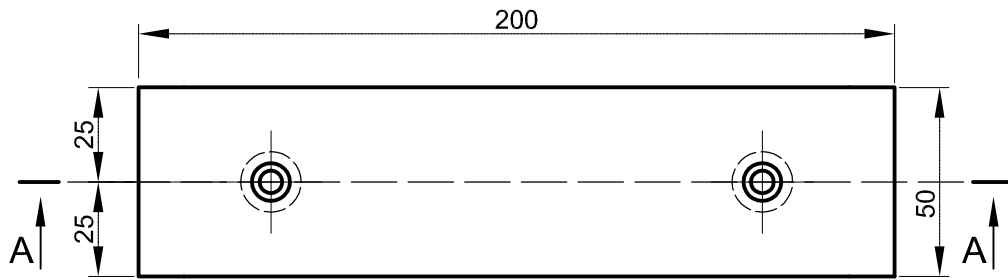


CORTE A-A

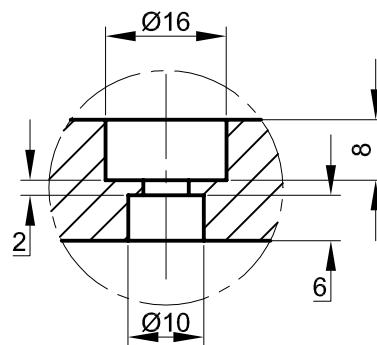


DETALLE "A" ESC:1:1

2	8917440-01-01-19-02	Placa sujeción	2	40 x 55 x 12	A - 36	Pintura
1	8917440-01-01-19-01	Placa anclaje	1	205 x 55 x 16	A - 36	Pintura
N. de Pieza	Norma	Denominación	Cant.	Dim. Brutas	Material	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Diseñó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
			Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
			Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015	
BASE SUPERIOR EJE GUÍA		Escala: 1 : 2	Código:	8917440-01-01-19	Tol. Gral.: ± 0,1	

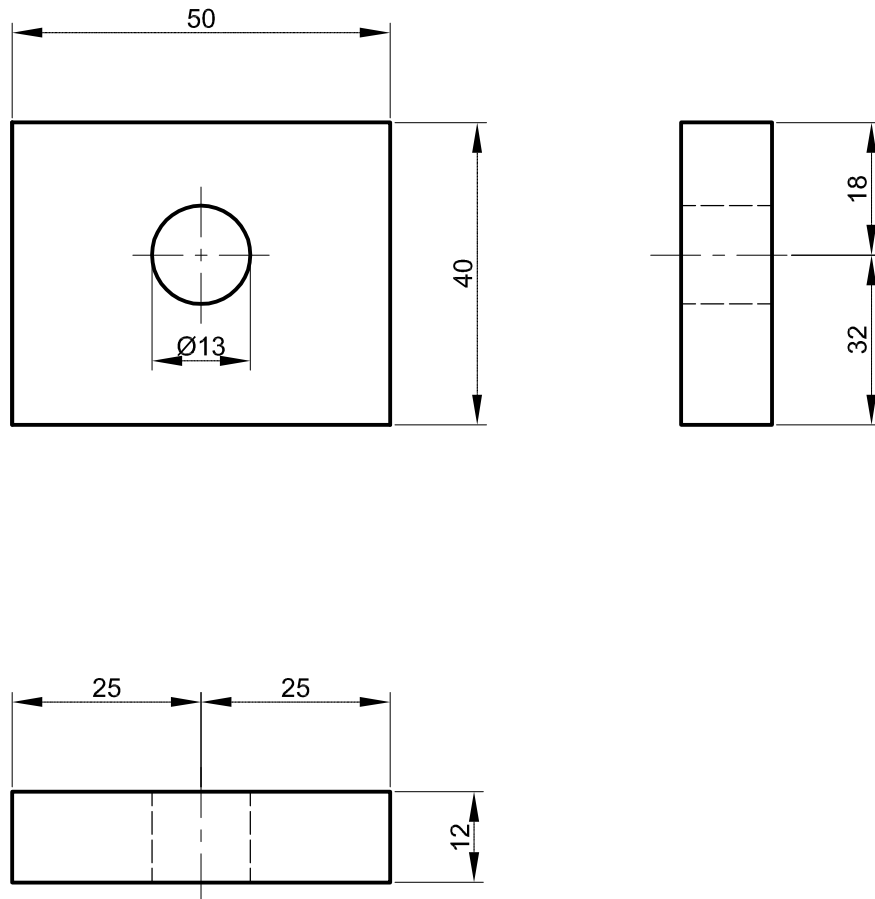


CORTE A-A

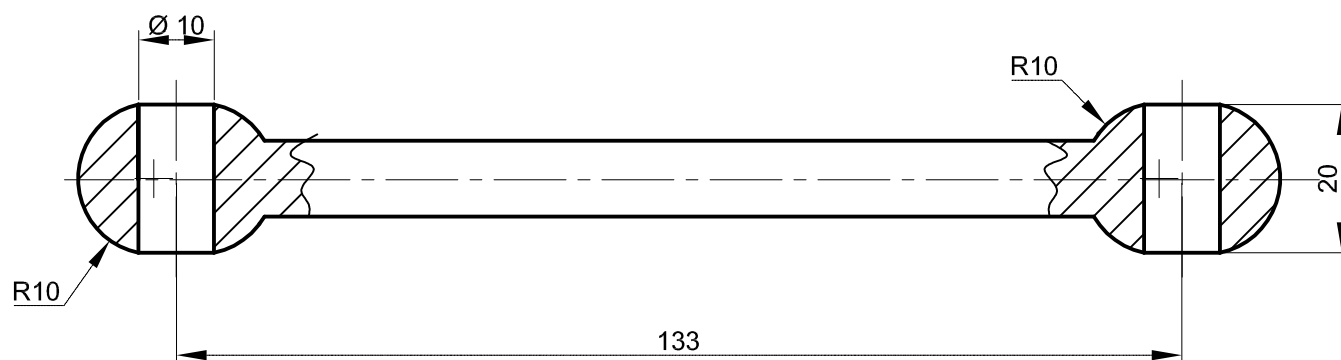
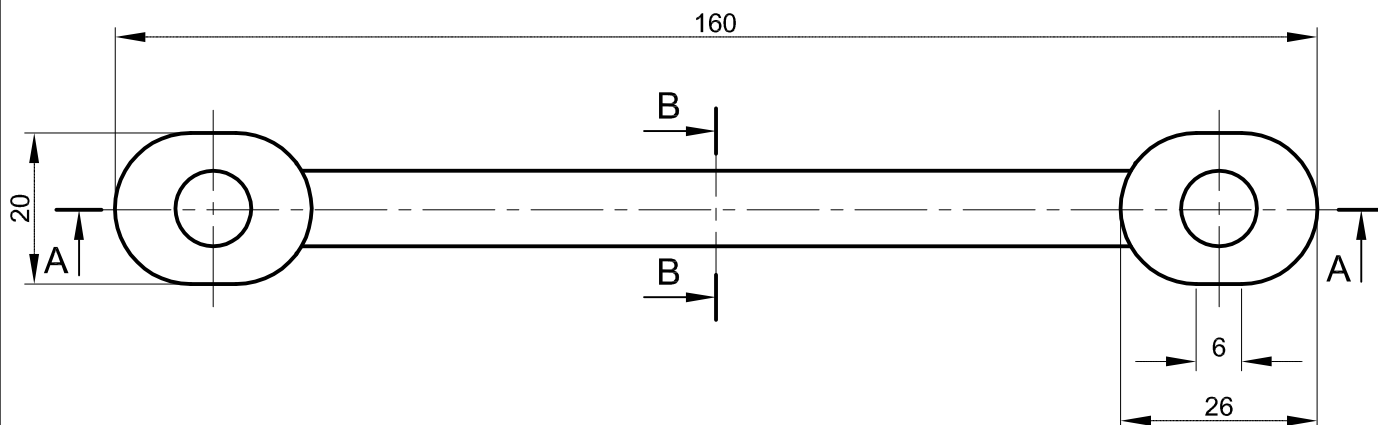


DETALLE "A" ESC:1:1

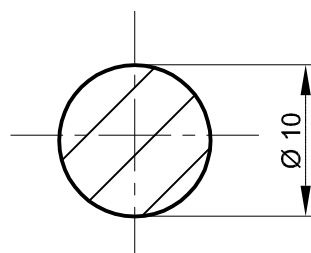
Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	Dim. brutas:
Recubrimiento:	PINTURA	A-36	205 X 55 X 16
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi
PLACA ANCLAJE	Escala: 1:2	Código:	8917440-01-01-19-01
		Tol. Gral.: ± 0,1	



Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	Dim. brutas:	
Recubrimiento:	PINTURA	A-36	40 X 55 X 12	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015
PLACA DE SUJECIÓN	Escala: 1:1	Código:	8917440-01-01-19-02	Tol. Gral.: $\pm 0,1$



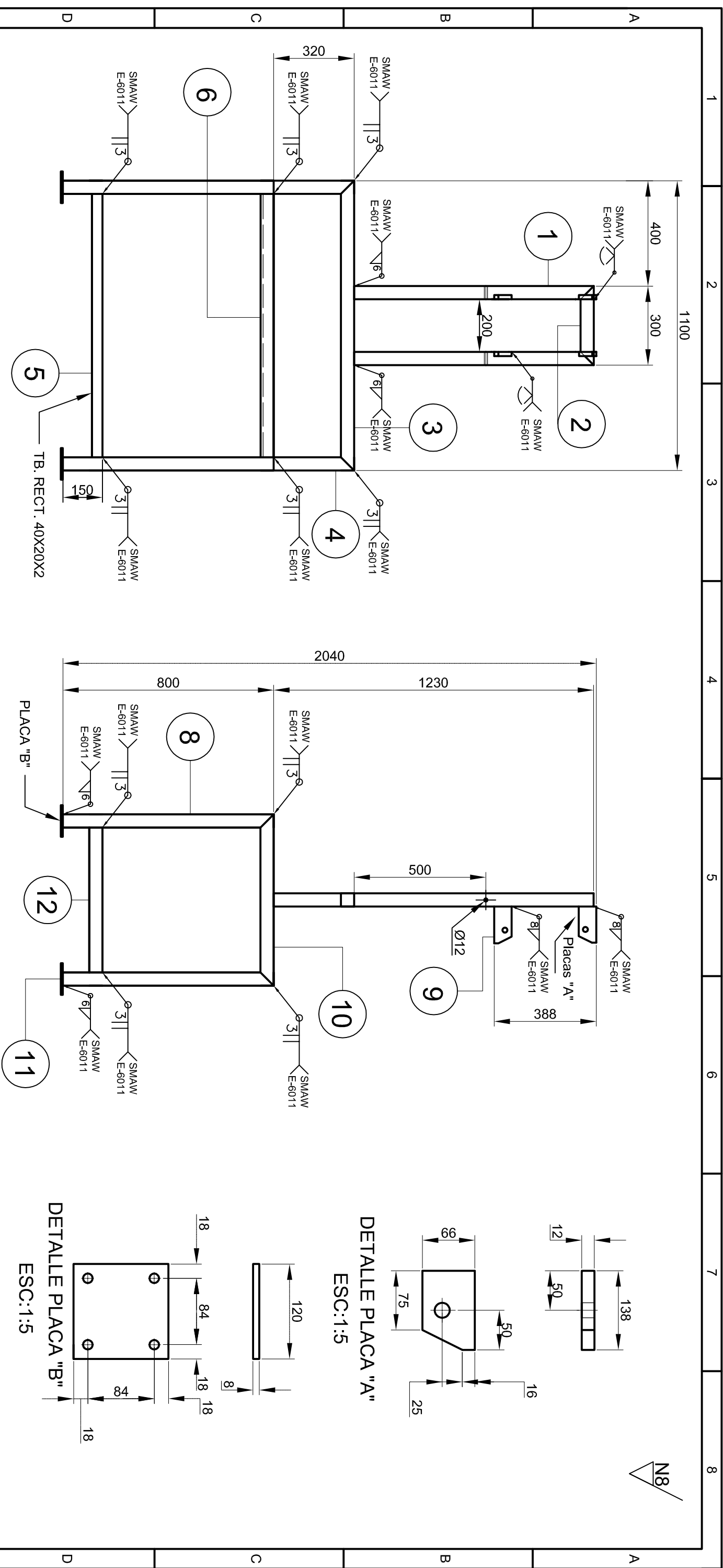
SECCIÓN A-A



SECCIÓN B-B

ESC:2:1

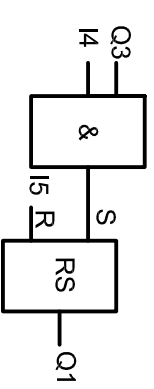
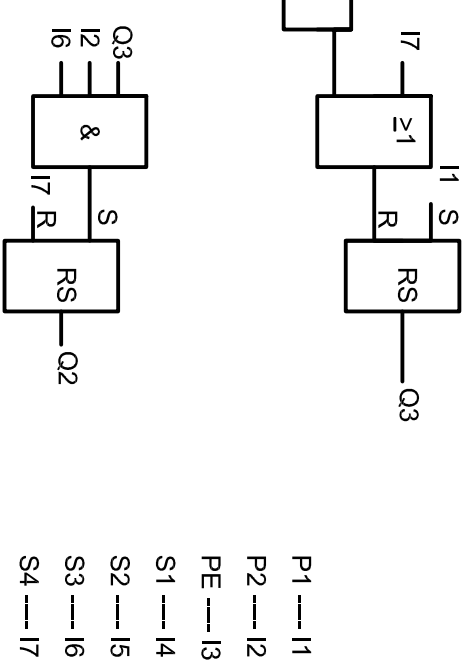
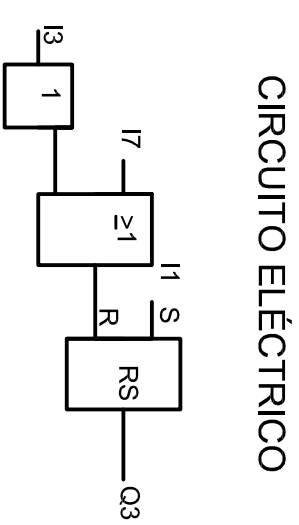
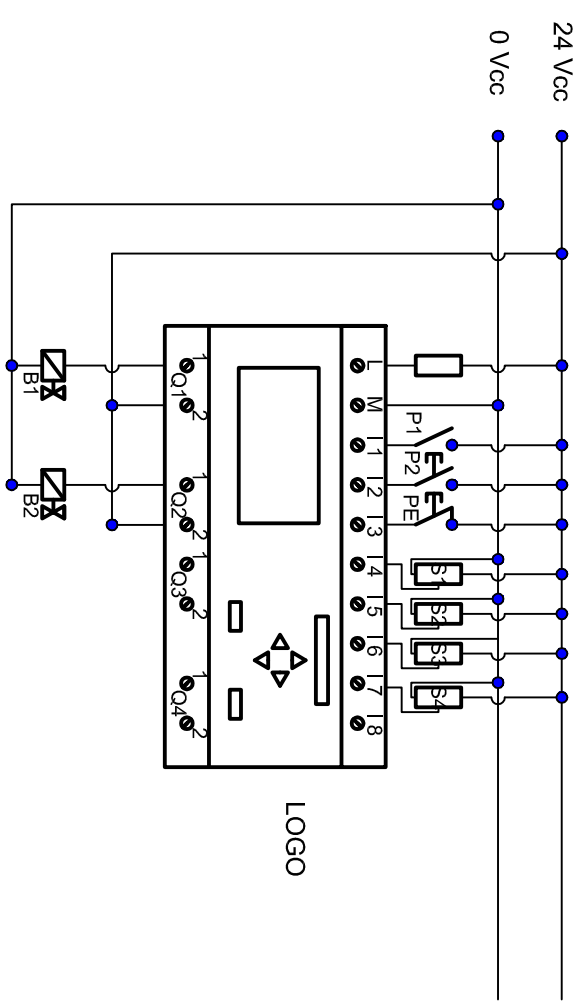
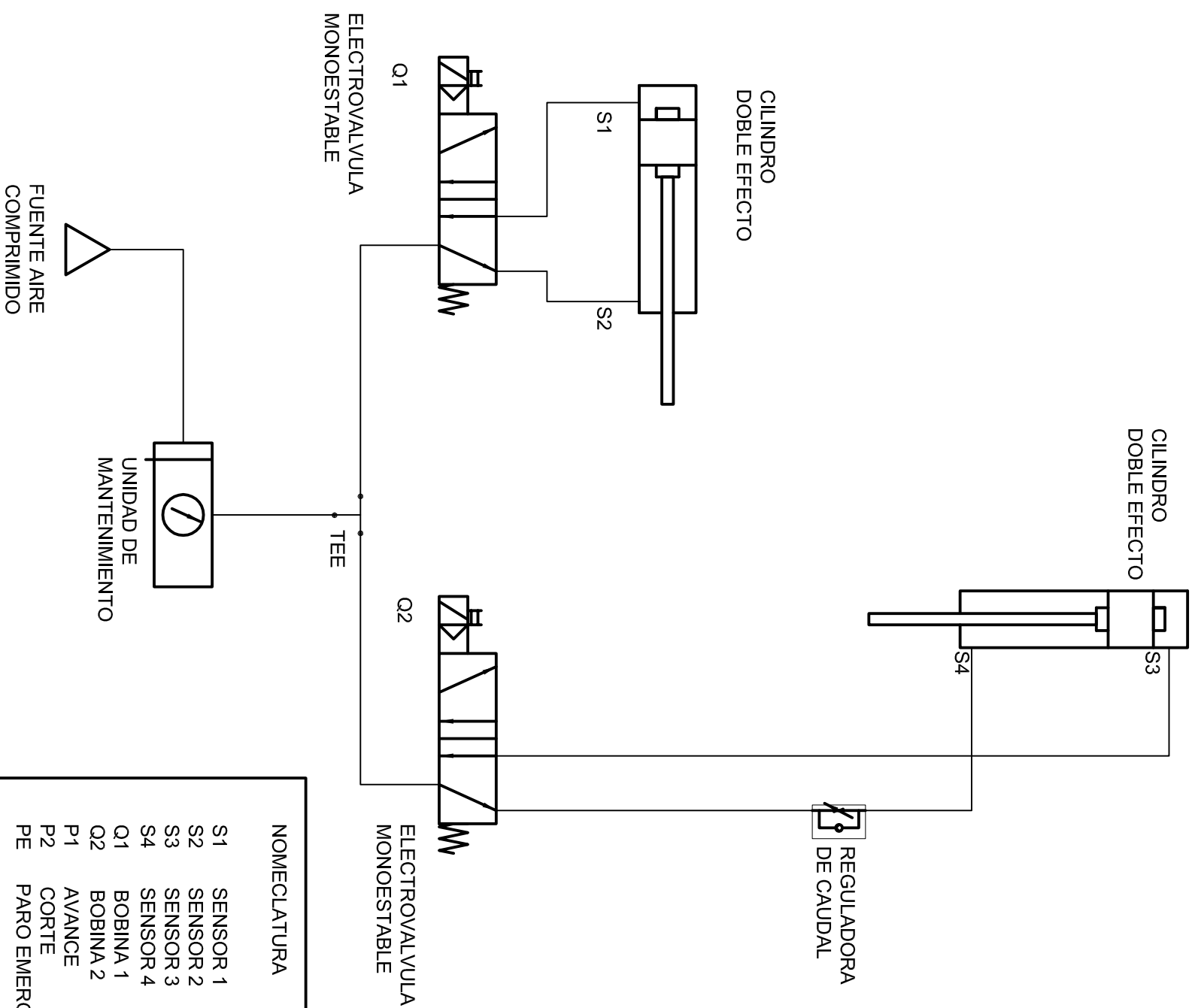
Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:	SAE 1018	Dim. brutas:	165 X Ø 25
Recubrimiento:	N.A.				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
		Dibujó:	F. Calahorrano/L. Quinga	14/02/2015	
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015	
BIELA	Escala: 1 : 1	Código:	8917440-01-01-20	Tol. Gral.: ± 0,1	



12		Tubo cuadrado 50x50x3	2	555	A - 36	Pintura
11		Placa Anclaje	4	125 x 125 x 8	A - 36	Pintura
10		Tubo cuadrado 50x50x3	2	655	A - 36	Pintura
9		Placa soporte	4	140 x 70 x 12	A - 36	Pintura
8		Tubo cuadrado 50x50x3	4	805	A - 36	Pintura
7		Tubo rectangular 40x20x3	2	1005	A - 36	Pintura
6		Tubo cuadrado 50x50x3	1	1005	A - 36	Pintura
5		Tubo rectangular 40x20x3	1	1005	A - 36	Pintura
4		Tubo cuadrado 50x50x3	2	325	A - 36	Pintura
3		Tubo cuadrado 50x50x3	1	1105	A - 36	Pintura
2		Tubo cuadrado 50x50x3	1	205	A - 36	Pintura
1		Tubo cuadrado 50x50x3	2	915	A - 36	Pintura
N. de Plaza	Norma	Denominación	Cant.	Dim. Brutas	Material	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			Diseño:	F. Calahorra/L. Quinga	14/02/2015	
			Dibujó:	F. Calahorra/L. Quinga	14/02/2015	
			Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015	
ESTRUCTURA			Escala: 1:15	Código:	8917440-01-02	Tol. Gral.: ± 1

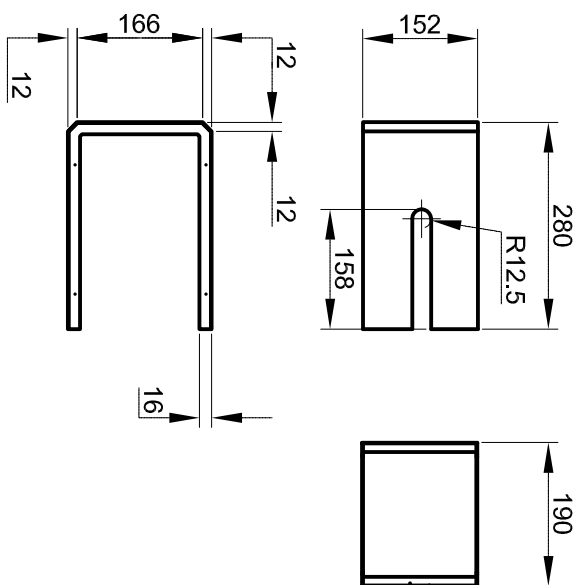
NOTAS:
1. Todo El material estructural es Tubo Cuadrado 50 x 50 x 3 A-36, a menos que se indique lo contrario

NOTAS:

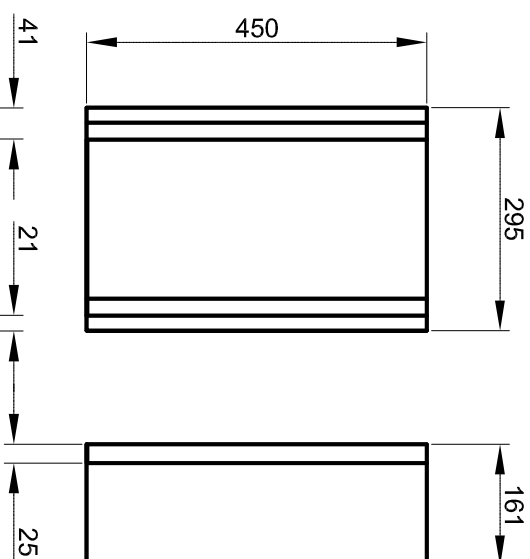


CIRCUITO NEUMÁTICO

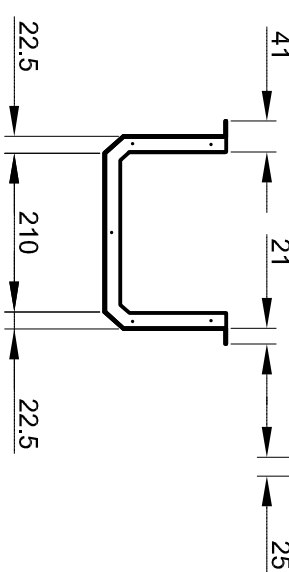
Tratamiento Térmico:	N.A.	Material:		Dim. brutas:
Recubrimiento:	N.A.	N. A.	N. A.	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	F. Calahorra no/L. Quinga	14/02/2015
		Dibujó:	F. Calahorra no/L. Quinga	14/02/2015
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015
SUBCONJUNTO SISTEMA ELECTRO NEUMÁTICO	Escala: N/A	Código:	8917440-01-03	Tol. Gral.: NA



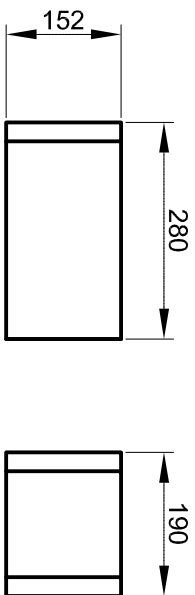
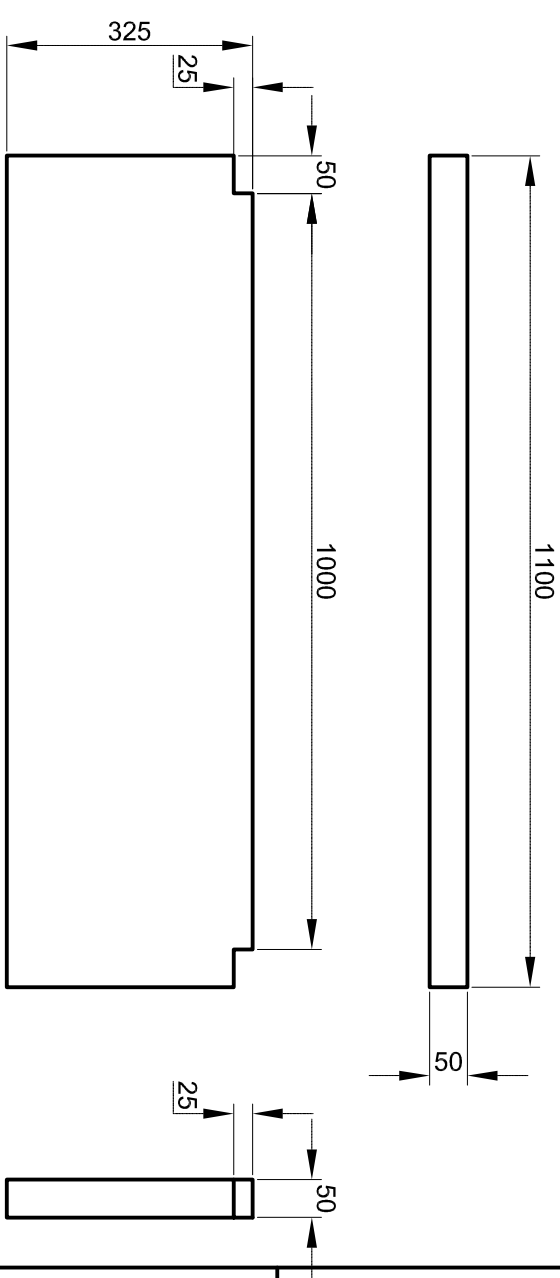
MK 1 CUBIERTA POSTERIOR



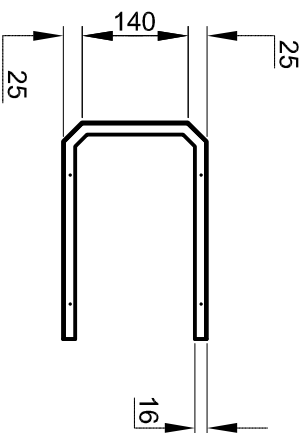
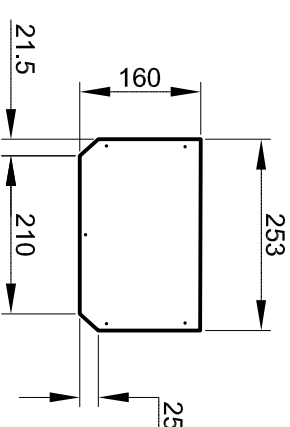
MK 4 CUBIERTA POSTERIOR



MK 5 CUBIERTA MESA DE TRABAJO



MK 3 CUBIERTA POSTERIOR



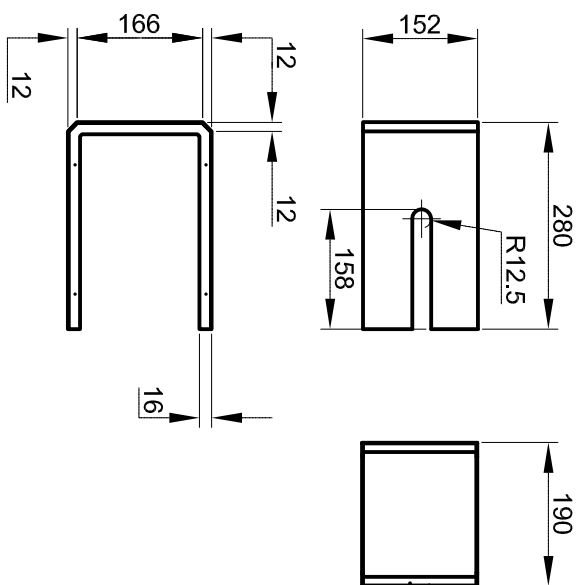
MK 2 CUBIERTA FRONTAL



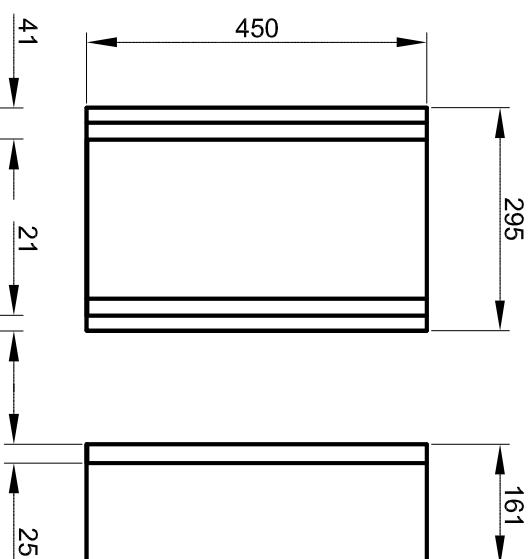
CUBIERTAS SISTEMA DE AVANCE

5	N/A	Cubierta Mesa de trabajo	2	1220 X 450	AlSi-304	
4	N/A	Cubierta de Avance	1	455 x 455 x 1	AlSi-304	Pintura
3	N/A	Tapas Cubierta Sistema de Avance	2	260 x 165 x 1	AlSi-304	Pintura
2	N/A	Cubierta frontal sistema corte	1	755 x 189 x 1	AlSi-304	Pintura
1	N/A	Cubierta posterior sistema corte	1	755 x 189 x 1	AlSi-304	Pintura
N. de Pieza	Norma	Denominación	Cant.	Dim. Brutas	Material	Observaciones

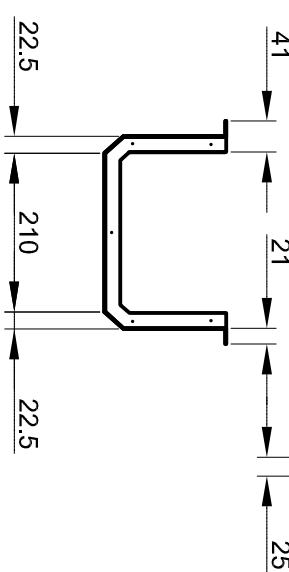
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	F. Calahorra no/L. Quinga	14/02/2015
		Dibujo:	F. Calahorra no/L. Quinga	14/02/2015
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015
		Código:	8917440-01-04	Tol. Gral.: ± 1
CUBIERTAS METÁLICAS DOBLADAS	Escala: N/A			



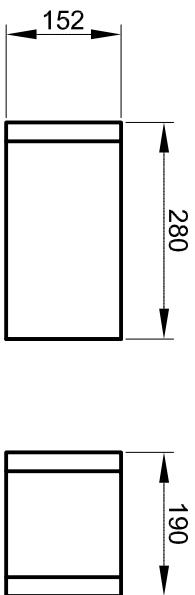
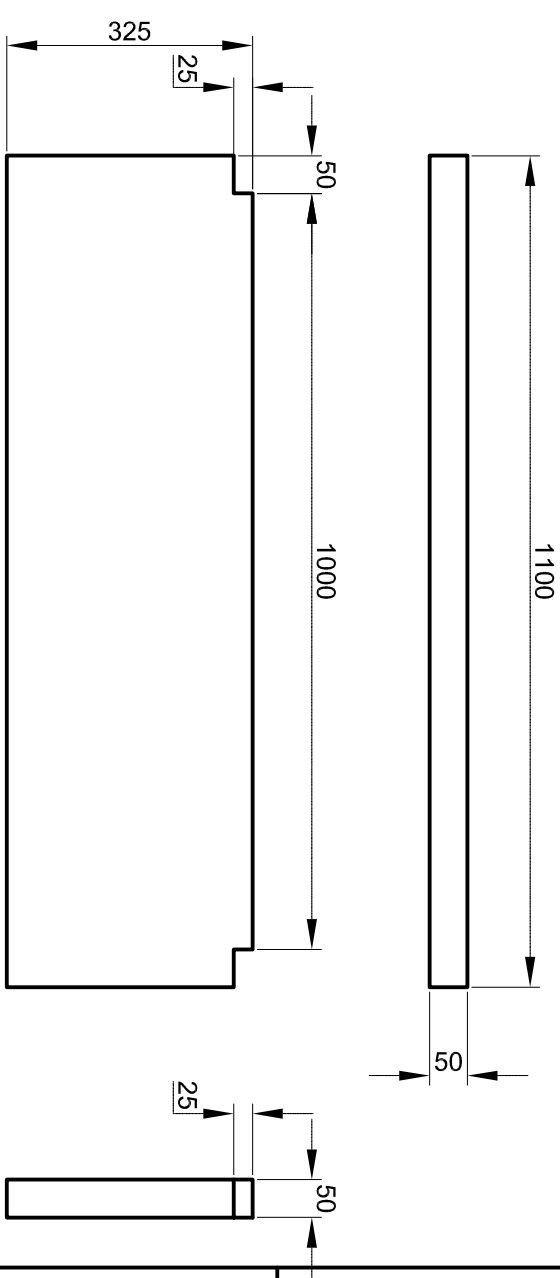
MK 1 CUBIERTA POSTERIOR



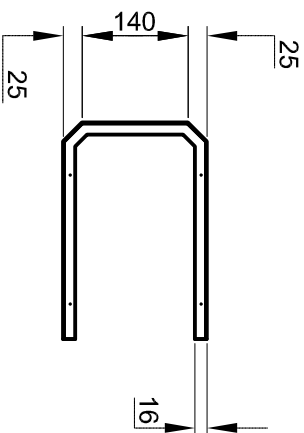
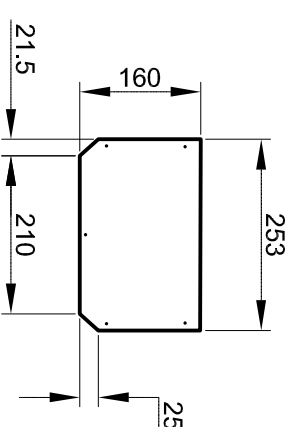
MK 4 CUBIERTA POSTERIOR



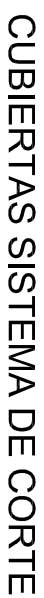
MK 5 CUBIERTA MESA DE TRABAJO



MK 3 CUBIERTA POSTERIOR



MK 2 CUBIERTA FRONTAL



CUBIERTAS SISTEMA DE AVANCE

5	N/A	Cubierta Mesa de trabajo	2	1220 X 450	AlSi-304	
4	N/A	Cubierta de Avance	1	455 x 455 x 1	AlSi-304	Pintura
3	N/A	Tapas Cubierta Sistema de Avance	2	260 x 165 x 1	AlSi-304	Pintura
2	N/A	Cubierta frontal sistema corte	1	755 x 189 x 1	AlSi-304	Pintura
1	N/A	Cubierta posterior sistema corte	1	755 x 189 x 1	AlSi-304	Pintura
N. de Pieza	Norma	Denominación	Cant.	Dim. Brutas	Material	Observaciones

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	F. Calahorra no/L. Quinga	14/02/2015
		Dibujo:	F. Calahorra no/L. Quinga	14/02/2015
		Revisó:	Ing. Homero Yanchapaxi	20/02/2015
		Código:	8917440-01-04	Tol. Gral.: ± 1
CUBIERTAS METÁLICAS DOBLADAS	Escala: N/A			